

**Sozioökonomische Bewertung nachhaltiger Innovationen zur  
Überwindung der Nachbaukrankheit bei Äpfeln. Eine Ex-ante-  
Akzeptanzanalyse mit Hilfe der Strukturgleichungsmodellierung**

**D I S S E R T A T I O N**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor rerum horticumarum  
(Dr. rer. hort.)

**eingereicht an der  
Lebenswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin**

**von**

M. Sc. Agrarökonomik, Nicole Petzke

**Präsidentin der Humboldt-Universität zu Berlin**

Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst

**Dekan der Lebenswissenschaftlichen Fakultät  
der Humboldt-Universität zu Berlin**

Prof. Dr. Bernhard Grimm

**Gutachter:**

1. Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Bokelmann
2. Prof. Dr. Jens Pape
3. Prof. Dr. Marcel Robischon

Tag der mündlichen Prüfung: 03.12.2019



# Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Ökonomik der gärtnerischen Produktion der Lebenswissenschaftlichen Fakultät an der Humboldt-Universität zu Berlin im Rahmen des Verbundprojekts BonaRes-ORDIAMur "Überwindung der Nachbaukrankheit mithilfe eines integrierten Ansatzes". Dem BMBF danke ich an dieser Stelle für die Förderung und finanzielle Unterstützung.

Einen besonderen Dank möchte ich an meinen Doktorvater Prof. Dr. Wolfgang Bokelmann aussprechen. Dies gilt insbesondere für seine Fürsprache und sein Vertrauen, seine immerwährende Unterstützung sowie seine wertvollen Anregungen und konstruktiven Hinweise während der Betreuung.

Weiterhin möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Jens Pape für sein Interesse an meiner Arbeit und für die freundliche Übernahme der Zweitbegutachtung bedanken.

Auch möchte ich mich bei meinen Kollegen aus den anderen Teilprojekten innerhalb von ORDIAMur für die gute Zusammenarbeit bedanken.

Ein ausdrücklicher Dank geht auch an den Leiter der Obstbauversuchsanstalt Jork, Herrn Dr. Matthias Görgens, sowie an den Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau, die dabei behilflich waren, den Kontakt zu den Obstbauern herzustellen. Hierbei möchte ich mich auch für die Unterstützung von Herrn Nörthemann von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Herrn Hellmann vom Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinlandpfalz, Herrn Dr. Krieghoff von der veos Vertriebsgesellschaft für Obst mbH Dresden und nicht zu vergessen, bei allen Teilnehmern der Umfragen und Experteninterviews bedanken.

Des Weiteren möchte ich einen Dank an die studentische Hilfskraft aussprechen, die mir bei meinen Recherchearbeiten ebenfalls tatkräftig zur Seite stand.

Abschließend möchte ich ein herzliches Dankeschön an meine Familie und Freunde richten, die mir den nötigen Rückhalt gaben, mich motivierten und auch mit großem Engagement beim Korrekturlesen halfen. Vielen Dank dafür!

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	I
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	III
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	V
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	VI
<b>Zusammenfassung</b> .....	VII
<b>1 Einleitung</b> .....	1
<b>1.1 Hintergrund und Problemstellung</b> .....	1
<b>1.2 Zielsetzung</b> .....	6
<b>1.3 Aufbau der Arbeit</b> .....	8
<b>2 Theoretischer Hintergrund</b> .....	12
<b>2.1 Innovationsforschung</b> .....	12
2.1.1 Innovationsnetzwerke und -systeme .....	18
2.1.2 Sektorale Innovationssysteme nach Malerba .....	21
2.1.3 Innovationsprozess .....	26
<b>2.2 Adoptions- und Diffusionstheorien</b> .....	28
2.2.1 Phasenmodelle des Innovation-Entscheidungs-Prozesses .....	35
2.2.2 Adoptionsfaktoren.....	39
<b>2.3 Theorien der Einstellungs- und Verhaltensforschung</b> .....	54
2.3.1 Theorie des überlegten Handelns .....	55
2.3.2 Theorie des geplanten Verhaltens .....	55
2.3.3 Technology Acceptance Model.....	56
<b>3 Forschungsdesign</b> .....	62
<b>3.1 Analyse der Rahmenbedingungen des Innovationssystems</b> .....	62
<b>3.2 Akzeptanzanalyse</b> .....	65
3.2.1 Expertenworkshop.....	65
3.2.2 Aufbau des Strukturgleichungsmodells .....	66
3.2.3 Fragebogenerstellung .....	67
3.2.4 Akzeptanzbefragung .....	69
3.2.5 Wahl des statistischen Auswertungsverfahrens .....	70
<b>4 Ergebnisse der empirischen Analyse</b> .....	75
<b>4.1 Äußere und innere Rahmenbedingungen nach Malerba</b> .....	75
4.1.1 Umwelt.....	75
4.1.2 Akteure und Organisationen .....	79
4.1.3 Interaktionen und Intermediäre .....	102



---

4.1.4	Wissensbasis und Humankapital.....	106
4.1.5	Institutionen und Politik.....	107
4.1.6	Technologien und Nachfrage .....	112
4.1.7	Wettbewerb .....	116
4.1.8	Zusammenfassung.....	124
<b>4.2</b>	<b>Deskriptive Ergebnisauswertung der Akzeptanzstudie.....</b>	<b>128</b>
4.2.1	Ergebnisse des Expertenworkshops .....	128
4.2.2	Ergebnisse der Akzeptanzstudie .....	129
<b>4.3</b>	<b>Analyse des Strukturgleichungsmodells mittels SmartPLS .....</b>	<b>137</b>
4.3.1	Güteprüfung der reflektiven Messmodelle.....	137
4.3.2	Güteprüfung der formativen Messmodelle .....	140
4.3.3	Güteprüfung des Strukturmodells .....	142
<b>5</b>	<b>Schlussbetrachtung.....</b>	<b>148</b>
<b>5.1</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>148</b>
<b>5.2</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>159</b>
<b>5.3</b>	<b>Kritik und Ausblick.....</b>	<b>163</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>166</b>
	<b>Anhang A .....</b>	<b>184</b>
	<b>Anhang B .....</b>	<b>191</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b> Analyserahmen aus der Makro- und Mikroperspektive .....	10
<b>Abb. 2:</b> Schematische Darstellung des Forschungsdesign der vorliegenden Arbeit ....	11
<b>Abb. 3:</b> Schildkrötenmodell potenzieller Einflussfaktoren .....	14
<b>Abb. 4:</b> Adoptionskurve .....	31
<b>Abb. 5:</b> Diffusionskurve .....	32
<b>Abb. 6:</b> Phasen des Akzeptanzprozesses .....	36
<b>Abb. 7:</b> 5-Phasenmodell des Innovationsentscheidungsprozess.....	37
<b>Abb. 8:</b> Klassifizierung der Adoptionsfaktoren .....	40
<b>Abb. 9:</b> Theorie des überlegten Handelns .....	55
<b>Abb. 10:</b> Theorie des geplanten Verhaltens .....	56
<b>Abb. 11:</b> Erste Version des Technology Acceptance Model I .....	58
<b>Abb. 12:</b> Zweite Version des Technology Acceptance Model I .....	59
<b>Abb. 13:</b> Dritte Version des Technology Acceptance Model I .....	59
<b>Abb. 14:</b> Erste Entwurf des Strukturgleichungsmodells mit zugehörigen Hypothesen für die Akzeptanzstudie.....	67
<b>Abb. 15:</b> Schema eines Strukturmodells mit einem formativen und reflektiven Messmodell .....	72
<b>Abb. 16:</b> Marschböden im Alten Land .....	76
<b>Abb. 17:</b> Schläge im Alten Land (hellgrün: Apfel, gelb, beige: Ackerbau).....	77
<b>Abb. 18:</b> Strukturwandel in der Apfelproduktion in Niedersachsen .....	80
<b>Abb. 19:</b> Anbauflächen der Obstkulturen und Erdbeeren in Deutschland im Jahr 2015 .....	81
<b>Abb. 20:</b> Entwicklung der Anbaufläche und Ernteergebnisse in Niedersachsen von 2002-2017.....	81
<b>Abb. 21:</b> Flächenentwicklung von Apfelsorten an der Niederelbe .....	83
<b>Abb. 22:</b> Entwicklung der Altersstruktur der Apfelbaumflächen im Erwerbsanbau in Hamburg, Niedersachsen und Deutschland von 2002 bis 2012.....	84
<b>Abb. 23:</b> Entwicklung der Aufwendungen für Betriebsmittel.....	86
<b>Abb. 24:</b> Stärke des Einflusses einzelner Faktoren auf die Apfelproduktion im Alten Land.....	88
<b>Abb. 25:</b> Anzahl der laufenden Anträge und erteilten Zulassungen auf gemein- schaftlichen Sortenschutz von Apfelsorten und –unterlagen in Europa .....	100
<b>Abb. 26:</b> Anzahl der laufenden Anträge und erteilten Zulassungen auf gemein- schaftlichen Sortenschutz von Apfelsorten und –unterlagen einzelner europäischer Länder .....	101
<b>Abb. 27:</b> Pro-Kopf-Verbrauch und Selbstversorgungsgrad von Markto Obst.....	112

---

<b>Abb. 28:</b> Einfuhr von Äpfeln nach Deutschland in den Jahren 2011 bis 2015 aus Ländern der EU .....	117
<b>Abb. 29:</b> Einfuhr von Äpfeln nach Deutschland in den Jahren 2011 bis 2015 aus Drittländern .....	118
<b>Abb. 30:</b> Ländervergleich des Exports von Äpfeln .....	119
<b>Abb. 31:</b> Einflussstärke einzelner Faktoren auf die Wettbewerbsfähigkeit des Obstbaus im Alten Land .....	120
<b>Abb. 32:</b> Wichtung von Einflussfaktoren der Übernahme verschiedener Innovationen im Apfelanbau .....	128
<b>Abb. 33:</b> Anteil der Flächen im (mehrfachen) Nachbau .....	131
<b>Abb. 34:</b> Wahrnehmung des Einflusses von Bodenmüdigkeit für den eigenen Anbau .....	131
<b>Abb. 35:</b> Bewertung von Aussagen zum relativen Vorteil des MO-Einsatzes .....	132
<b>Abb. 36:</b> Bewertung von Aussagen zur Beobachtbarkeit und Testbarkeit des MO-Einsatzes .....	133
<b>Abb. 37:</b> Bewertung von Aussagen zur Kompatibilität und Komplexität des MO-Einsatzes .....	134
<b>Abb. 38:</b> Bewertung von Aussagen zur PU und PEOU des MO-Einsatzes .....	134
<b>Abb. 39:</b> Bewertung von Aussagen zur Umwelteinstellung und Innovationsneigung des Befragten .....	135
<b>Abb. 40:</b> Bewertung von Aussagen zum Informationsangebot und Know-hows des Befragten .....	136
<b>Abb. 41:</b> Kriterien der Güteprüfung reflektiver Messmodelle .....	138
<b>Abb. 42:</b> Kriterien der Güteprüfung formativer Messmodelle .....	141
<b>Abb. 43:</b> Kriterien der Güteprüfung des Strukturmodells .....	142
<b>Abb. 44:</b> Darstellung des finalen Strukturmodells .....	145
<b>Abb. 45:</b> Schematische Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der empirischen Analysen .....	149

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1:</b> Anwendungsfälle des TAM im Bereich der Landwirtschaft .....	60
<b>Tab. 2:</b> Analyserahmen nach Malerba (2002) .....	63
<b>Tab. 3:</b> Kooperationspartner bei der Akzeptanzbefragung 2018 .....	69
<b>Tab. 4:</b> Ausprägung der Messmodelle im vorliegenden Strukturmodell .....	73
<b>Tab. 5:</b> Anzahl der laufenden und genehmigten Anträge des Sortenschutzes von Apfelsorten/-unterlagen deutscher Antragsteller beim Bundessorten- schutzamt und dem CPVO in den Jahren 2008-2017 .....	99
<b>Tab. 6:</b> Einfuhrmengen von Baumschulerzeugnissen nach Deutschland .....	122
<b>Tab. 7:</b> Ausfuhrmengen deutscher Baumschulerzeugnisse in die EU und zu Drittländern .....	123
<b>Tab. 8:</b> SWOT-Analyse zur Apfelproduktion an der Niederelbe – Stärken und Schwächen .....	126
<b>Tab. 9:</b> SWOT-Analyse zur Apfelproduktion an der Niederelbe – Chancen und Risiken .....	127
<b>Tab. 10:</b> Ergebnisse der Bootstrapping-Verfahren .....	143
<b>Tab. 11:</b> Vergleich von Erklärungsgehalten von Strukturmodellen vergleichbarer Studien .....	147

## Abkürzungsverzeichnis

AIF	Agrarinvestitionsförderung
AK	Arbeitskraft
ARD	Apple Replant Disease
AUM	Agrarumweltmaßnahmen
Beo	Beobachtbarkeit
BM	Bodenmüdigkeit
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
Fam-AK	Familien-Arbeitskraft
FuE	Forschung und Entwicklung
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
Inf	Informationsangebot
Inn	Innovationsneigung
IU	Intention to use
KH	Know-how
KMU	Klein- und mittelständige Unternehmen
Ko	Kompatibilität
Kom	Komplexität
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
NIS	Nationale Innovationssysteme
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PEOU	Perceived ease of use
PU	Perceived usefulness
RIS	Regionale Innovationssysteme
RV	Relativer Vorteil
SIS	Sektoralen Innovationssystem
TAM	Technology Acceptance Model
Te	Testbarkeit
TIS	Technologischen Innovationssystem
Um	Umweltbewusstsein

## Zusammenfassung

Aufgrund des gesellschaftlichen Wandels, globaler klimatischer und marktlicher Veränderungen sowie zunehmender Ressourcenknappheit sind landwirtschaftliche Betriebe immer mehr gefordert, ihre Produktionsverfahren anzupassen. Doch sind solche Innovationen häufig komplex und weisen einen systemischen Charakter auf. KMU sind häufig nicht in der Lage, diese oft mit höherem Risiko behafteten Innovationen voranzutreiben oder zu übernehmen. Zur Förderung ihrer Diffusion ist es notwendig, die äußeren und inneren Rahmenbedingungen der Innovationsumgebung zu kennen.

Am Fallbeispiel der Innovationsprozesse zur Überwindung der Nachbauproblematik im Apfelanbau werden potenzielle Einflussfaktoren auf die Adoption neuer Maßnahmen mithilfe des sektoralen Innovationssystemansatzes nach Malerba und einem erweiterten Technology Acceptance Model erfasst.

Hierbei wurde deutlich, dass trotz der günstigen natürlichen Rahmenbedingungen in der Untersuchungsregion, Faktoren wie sinkende Erzeugerpreise, Lohnsteigerungen, Wettbewerbsdruck, Klimawandel, die abnehmende Verfügbarkeit jungfräulicher Flächen sowie steigende Anforderungen des LEH und der Gesellschaft einen wirtschaftlichen Anbau zunehmend erschweren. Vor allem aber für Baumschulen sind die Folgen der Bodenmüdigkeit aufgrund des hohen Produktionswertes pro Hektar Kulturfläche besonders schwerwiegend. Maßnahmen, die bisher gegen Bodenermüdung ergriffen wurden, sind wenig effektiv, oder unwirtschaftlich.

Die Analyse der Akzeptanzbefragung potenzieller Adopter zum Einsatz von Mikroorganismen gegen Bodenmüdigkeit ergab, dass die Nützlichkeit des Verfahrens positiv wahrgenommen wird und sich dies in einer hohen Übernahmeabsicht widerspiegelt. Eine Strukturgleichungsanalyse des in dieser Studie entwickelten Akzeptanzmodells mittels SmartPLS mit einem Bestimmtheitsmaß von 68% verdeutlichen, dass nicht vorrangig ökonomische Faktoren, sondern in erster Linie die Kompatibilität der Maßnahme, Einfluss auf eine potenzielle Übernahme ausüben würde.

## Abstract

Due to social change, global climatic and market changes as well as increasing scarcity of resources, agricultural enterprises are increasingly required to adapt their production processes. However, innovations often have a systemic character. SMEs are often not in a position to promote or adopt these innovations, which are often associated with higher risks. In order to promote their diffusion, it is, therefore, advantageous to know the external and internal framework conditions of the environment for innovation. Using the case study of innovation processes to overcome the problem of apple replant disease, potential influencing factors on the adoption of new measures are identified on the basis of the Sectoral Innovation System Approach according to Malerba and an extended Technology Acceptance Model.

It became clear that, despite the favourable natural conditions in the study region, factors such as falling producer prices, wage increases, competitive pressure, climate change, the decreasing availability of virgin land and the increasing demands of food retailers and society are making commercial cultivation increasingly challenging. However, the consequences of soil fatigue are particularly severe for tree nurseries due to the high production value per hectare of cultivated land. Measures that have so far been taken to combat soil fatigue are ineffective or uneconomical. The analysis of the acceptance survey of potential adopters of microorganisms against soil fatigue showed that the usefulness of the method is perceived positively and that this is reflected in a high intention to adopt it. A structural equation analysis of the acceptance model developed in this study using SmartPLS and a coefficient of determination of 68% make it clear that not primarily economic factors, but primarily the compatibility of the measure, would influence a potential adoption.

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund und Problemstellung

Die Landwirtschaft ist seit jeher einem immerwährenden Wandel unterzogen, dessen Ursachen sehr mannigfaltig sind. Klimawandel, Bevölkerungswachstum, die abnehmende Ressourcenverfügbarkeit, die Veränderung gesellschaftlicher Bedürfnisse, Werte und Normen, die Globalisierung der Märkte sowie der daraus resultierende zunehmende Wettbewerb steigern fortwährend den Bedarf innovativer landwirtschaftlicher Technologien, Verfahren und Produkte. Bei ihrer Entwicklung besteht zudem immer mehr die Herausforderung, neben den ökonomischen Zielvorstellungen ebenfalls ökologische und soziale Aspekte einzubeziehen, um eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft sicherzustellen.

In der Vergangenheit lag der Fokus landwirtschaftlicher Innovationen dagegen vor allem darin, die Flächenerträge zu erhöhen und die Qualität der Erzeugnisse zu verbessern. Zur Erreichung dieser Ziele wurden unter anderem neue Pflanzenschutzmittel, Düngemittel oder auch gentechnisch veränderte Organismen (GVO) entwickelt, deren Nachhaltigkeit, im Hinblick auf die gesellschaftlichen und ökologischen Anforderungen, kritisch diskutiert werden.

Umweltinnovationen in Form neuer landwirtschaftlicher Produktionsverfahren hingegen zielen darauf ab, negative Auswirkungen auf den Boden, das Wasser und deren Lebewesen zu reduzieren, oder diese gar positiv zu beeinflussen. Da ihre Umsetzung im Vergleich zu konservativen Verfahren die Erträge und Gewinne häufig nachteilig beeinflusst, sind sie eher selten und häufig das Ergebnis gesellschaftlichen sowie politischen Drucks. Managemententscheidungen in der Landwirtschaft werden somit auch von der Agrarpolitik und der staatlichen Förderung beeinflusst (Prager und Posthumus 2010). Als Triebfedern von Innovationen gelten somit nicht nur die in der Innovationsforschung überwiegend betrachteten Fälle des Technology-Push und Market-Pull, sondern zunehmend auch Änderungen der Umweltgesetzgebung (König 2005, S.19). Besonders in Deutschland ist diese zum Teil sehr streng, was zu einem Ungleichgewicht im nationalen sowie internationalen Wettbewerb führen kann.



So wurde vom deutschen Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) der Antrag auf die Verlängerung, der im Jahr 2004 ausgelaufenen Zulassung, eines für die Bodenvorbereitung im Nachbau von Rosaceae gebräuchlichen Pflanzenschutzmittels "Basamid Granulat" mit dem Wirkstoff "Dazomet", aufgrund seiner hoch toxischen Wirkung sowie potenziellen Gefährdung für Anwender und den Naturhaushalt, zunächst abgelehnt. In Italien läuft die Zulassung vorerst im Jahr 2021 aus. Deutsche Betriebe konnten bis ins Jahr 2013 auf Berufung des Artikel 53 EU- VO 1107/2009 noch vereinzelt und unter strengen Auflagen Notfallzulassungen unter dem Tatbestand "Gefahr im Verzug" erwirken. Bis zur Neuzulassung von Basamid Granulat im Jahr 2018 in Deutschland, wurden diese Anträge jedoch oft in letzter Instanz abgewiesen.

Die Folgen des Aussetzens dieser Pflanzenschutzbehandlung konnten besonders auf den Produktionsflächen von Baumschulen und Obstbauern auf der Geest beobachtet werden. Aber auch bei Obstbauern im Alten Land, die aufgrund der fruchtbaren Marschböden bisher auf eine Bodendesinfektion verzichten konnten, mehren sich die Probleme im Nachbau von Gattungen innerhalb der Familie der Rosaceae. Symptome wie Wurzeldegenerationen und Wachstumsdepressionen der Obstgehölze führten bei den Obstbauern in der Vergangenheit zu Ertragseinbrüchen von 30 % bis 50 % (Szabo 2001; Spethmann und Wilstermann 2003). Zudem zeigen die Bäume eine höhere Krankheitsanfälligkeit sowie Qualitätseinbußen bei den Früchten. Die ohnehin bereits schwierige wirtschaftliche Lage klein- und mittelständiger Unternehmen (KMU) im Gartenbau ist somit zusätzlich gefährdet. Anfällig sind Kulturen wie der Apfel, die Kirsche und die Erdbeere, die diese Symptome bei einer Folgebepflanzung auf demselben Pflanzstreifen zeigen. Betroffen sind insbesondere auch Baumschulen, die aufgrund des hohen Produktionswertes pro Hektar auf bodenmüden Parzellen von einem hohen wirtschaftlichen Schaden im Nachbau betroffen sein können. In der Fachwelt spricht man von der *spezifischen Bodenmüdigkeit* oder auch *Nachbaukrankheit*. Eine Besonderheit ist ihre hohe Persistenz, so dass auch noch nach 30-40 Jahren nachbaubedingte Folgeschäden auf den Flächen beobachtet werden können. Bei einem nachfolgenden Anbau von Kulturen aus anderen Pflanzfamilien oder einem Wechsel der Rosaceae-Gattung zeigen sich diese Symptome nicht oder nur in abgeschwächter Form.

Die Ursache dieses Phänomens ist wissenschaftlich noch nicht vollends geklärt. Es wird angenommen, dass es sich um einen biotischen Komplex pathogen wirkender Mikroorganismen und den Absonderungen von den im Boden verbleibenden, sich zersetzenden

Wurzelresten der Vorkultur handelt (BMEL 2015a). Neben der chemischen Bodenentseuchung sind aktuell auch keine alternativen Maßnahmen bekannt, die eine vergleichsweise gute Wirksamkeit bei Bodenmüdigkeit erzielen und dabei gut umsetzbar und wirtschaftlich tragfähig sind.

Für den Obstanbau im Alten Land, welches als größtes zusammenhängendes Obstbaugebiet Nord-Europas gilt, stellt die spezifische Bodenmüdigkeit aufgrund der geschlossenen Flächenstruktur, mit der hohen räumlichen Anbaukonzentration eine besondere Problematik dar. Nach Expertenauskunft wird auf etwa 90 % der ca. 10.000 ha großen Erwerbsobstfläche die Hauptkultur Apfel angebaut. Hierbei liegen die Plantagen der Obstbauern in Streifen eng beieinander, am äußersten Rand umgeben von landwirtschaftlichem Ackerbau, Siedlungen und der Elbe. Ein dicht verzweigtes, zum Teil wasserführendes Entwässerungs-Grabensystem grenzt die schmalen Bewirtschaftungsflächen voneinander ab. Aufgrund der komplexen Infrastruktur, die zudem meist ein umfassendes Drainage- und Bewässerungssystem oder zunehmend auch Hagelschutzanlagen mit langer Nutzungsdauer miteinschließt, ist auch ein Flächenwechsel oder -tausch mit den umliegenden Landwirten nur bedingt möglich. Auch das Ausweichen auf andere Kulturen stellt aufgrund der betrieblichen Voraussetzungen und der Marktlage keine hinreichende Alternative dar.

Zur Erhaltung des Obstbaus im Alten Land und der mit ihr gewachsenen Kulturlandschaft sollten Wege gefunden werden, mit dem Problem der spezifischen Bodenmüdigkeit umzugehen, deren negative Folgen zu mindern oder wenn möglich abzuwenden. Neben den steigenden Anforderungen an den Pflanzenschutz und der instabilen Zulassungssituation herkömmlicher Pflanzenschutzmittel, wächst die Problematik angesichts des zunehmenden Flächendrucks und des Mangels an unbelasteten (jungfräulichen) Flächen. So wird besonders in den letzten Jahren verstärkt parallel an Ursachen und Maßnahmen gegen die Nachbaukrankheit geforscht, jedoch ohne bisher einen Durchbruch verzeichnen zu können. Die von den Anbauern bislang durchgeführten Maßnahmen konzentrieren sich darauf, die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen im Allgemeinen zu verbessern und nützliche Bodenorganismen zu stärken. Dies geschieht unter anderem anhand von Gründüngung mit Tagetes, dem Einsatz von Champost (abgetragene Champignon-Zuchterde) und vereinzelt von Mikroorganismen (z.B. Pilze und Bakterien) als Pflanzlochzugabe. Anstrengungen innerhalb des Innovationsprozesses von Seiten der Forschung sind darüber hinaus auf die Unterlagenzüchtung, die

Identifizierung antagonistischer Aktivitäten im Boden sowie weitere Maßnahmen eines angepassten Bodenmanagements gerichtet.

Die steigende Komplexität neuer Aufgaben und Fragestellungen in der Landwirtschaft erfordert zunehmend die Zusammenarbeit verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen und Akteure der Wertschöpfungskette. Somit werden Innovationen in der Landwirtschaft vor dem Hintergrund steigender Anforderungen und einer zunehmenden Technisierung immer komplexer und weisen vielfach einen systemischen Charakter auf. So erfordert eine Übernahme dieser neuen Verfahren häufig innerbetriebliche Anpassungen sowie die Aneignung neuen Wissens und neuer Fertigkeiten, wodurch die Bereitschaft der Adoption gemindert wird.

Die Kenntnis der Rahmenbedingungen des Innovationssystems und der Faktoren, die den potenziellen Adopter in seiner Übernahmeentscheidung beeinflussen, kann helfen, die Diffusion von innovativen Verfahren zu fördern. Es gibt unterschiedliche Theorien und Sichtweisen, die sich mit der Entstehung, Übernahme und Verbreitung von Innovationen beschäftigen. Grundlegend sind die Adoptions- und Diffusionstheorien im Rahmen der Akzeptanzforschung, die wiederum auf den Theorien der Einstellungs- und Verhaltensforschung fußen. Die Adoptionstheorie betrachtet den Entscheidungsprozess und die Bereitschaft der Innovationsübernahme auf der Ebene des Adopters, wobei die individuellen Eigenschaften des potenziellen Adopter und die von ihm wahrgenommenen Qualitätsmerkmale der Innovation selbst im Fokus stehen (Schuh und Klappert 2011, S. 48). Demgegenüber behandelt die Diffusionstheorie nach Rogers (2003) die Entwicklung und Verbreitung von Produkt- und Prozessinnovationen auf dem Markt im Zeitverlauf (Langert 2007). Hierbei stellt die Adoptionstheorie einen wichtigen Grundstein dar. Abweichungen der Diffusionsgeschwindigkeit oder des Diffusionsverlaufs zwischen unterschiedlichen Innovationen liegen nach Rogers (2003) insbesondere in den äußeren Faktoren, den produktspezifischen Eigenschaften der Innovationen, selbst begründet. Hierzu zählen der *relative Vorteil*, die *Kompatibilität*, die *Komplexität*, die *Testbarkeit* sowie die *Beobachtbarkeit* der Ergebnisse einer Innovation, auch als Innovations-Diffusions-Theorie (IDT) bekannt (Rogers 1962).

Eine Vielzahl von Studien der Akzeptanzforschung verdeutlicht, dass abhängig vom Untersuchungsgegenstand noch weitere Faktoren einen wesentlichen Einfluss auf den Erfolg oder Misserfolg von Innovationen haben können. So kategorisieren beispielsweise Tey und Brindals auf Grundlage einer Literaturanalyse (2012, S. 721) von 10 Studien zur

Adoption von Technologien der Precision Agriculture die von ihnen identifizierten relevanten Einflussgrößen in sieben Kategorien: sozioökonomische Faktoren, agro-ökologische Faktoren, institutionelle Faktoren, informationelle Faktoren, die Wahrnehmung der Landwirte, Faktoren bezüglich ihres Verhaltens und technologische Parameter.

Ein Großteil der Studien zur Analyse von Adoptionsfaktoren basiert dabei auf quantitativen Ex-ante- oder Ex-post-Befragungen von (potenziellen) Adoptern einer Innovation. Häufig gingen diesen Studien umfangreiche Literaturanalysen und qualitative Befragungen voraus, um die Anzahl der untersuchten Einflussgrößen zu begrenzen. Wiederholt wurden dabei bekannte Theorien der Akzeptanzforschung wie die Theorie des überlegten Handelns (TRA -Theory of Reasoned Action) und die Theorie des geplanten Verhaltens (TPB - Theory of Planned Behaviour) aufgegriffen, weiter- sowie neuentwickelt. So kombinieren Voss und Enneking (2009) Elemente der TRA mit den Ansätzen des Technology Acceptance Model (TAM), um die Adoptionswahrscheinlichkeit Grüner Gentechnik sowie deren Bestimmungsgründe zu erforschen. Mittels "additiver Modellgrößen" wie der *Betriebsgröße*, der *Innovationsneigung* und dem *Kenntnisstand* erhöhen sie, bezogen auf das Fallbeispiel, die Erklärungskraft des eigenen Modells.

Das Technology Acceptance Model (TAM) gilt in der Akzeptanzforschung als eines der bedeutendsten Modelle zur Erklärung und Prognose der Übernahme oder Ablehnung neuer Technologien (Venkatesh und Davis 2000; Chuttur 2009; Marangunić und Granić 2015). Eine große Anzahl von Wissenschaftlern aus den unterschiedlichsten Disziplinen beschäftigten sich mit Anwendungsfällen des TAM sowie seinen Weiterentwicklungen TAM2 (Venkatesh und Davis 2000) und der Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) (Venkatesh 2003). Aubert et al. beispielsweise kombinieren (2012) Elemente aus der Innovations-Diffusions-Theorie mit dem TAM, um die bedeutendsten Einflussparameter der Adoption von Technologien im Bereich der Precision Agriculture sowie der damit verbundenen Informationssysteme zu ermitteln. Neben Rogers fünf innovationsspezifischen Faktoren (IDT) fügen sie additive Modellgrößen wie *Ressourcenverfügbarkeit*, *guter Support* und ebenfalls die *Innovationsneigung* hinzu. Auch Sharifzadeh et al. (2017) verbinden Elemente der IDT mit dem TAM2 und fügen Konstrukte wie *Selbstwirksamkeit* (self-efficacy) und *erleichternde Bedingungen* (facilitating conditions) hinzu, um die Aussagekraft ihres

Modells hinsichtlich der Akzeptanz von Reisbauern bezüglich biologischer Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen zu erhöhen (Sharifzadeh et al. 2017, S. 90).

Als Grundlage für die Schätzung der Stärke, der in den Studien betrachteten Adoptionsfaktoren, wurden zum Teil unterschiedliche Ansätze verwendet. Adrian et al. (2005), Feloor et al. (2011), Silva et al. (2017) beispielsweise ermitteln wichtige Treiber mit einem kovarianzbasierten Verfahren und der Maximum-Likelihood-Schätzmethode. Der Großteil der im Vorfeld betrachteten Studien aber nutzt das varianzbasierte Verfahren mit der Partial-Least-Squares-Methode (Voss und Enneking 2009; Schulze und Spiller 2010; Aubert et al. 2012; Khaled und Jinghua 2014; Hertel und Menrad 2016).

Das TAM diene in den letzten 30 Jahren den unterschiedlichsten Disziplinen als Basis für die Untersuchung der Akzeptanz und Adoption von Innovationen. Wie die Fallbeispiele verdeutlichen, wurde es häufig in Abhängigkeit des Forschungsgegenstands und -schwerpunkts angepasst und mittels additiver Modellgrößen erweitert. Dabei entwickelte es sich zu einem überaus robusten und anerkannten Vorhersagemodell (Venkatesh und Davis 2000).

Auf dem Gebiet der Agrarwissenschaften existieren, basierend auf dem Technology Acceptance Model, insgesamt nur wenige Studien zum Adoptionsverhalten bei Produkt- und Prozessinnovationen. In der vorliegenden Studie liegt die Besonderheit darin, dass es sich unter anderem um staatlich forcierte Umweltinnovationen im Bereich des Dauerkulturanbaus im Gartenbau handelt. Diese befinden sich noch in der Entwicklung sowie Erprobung, weswegen mit nur wenig Erfahrung in der Praxis zu rechnen ist. Wie aus den vorausgegangenen Studien deutlich wurde, wird sich auch für den vorliegenden Untersuchungsgegenstand ein spezifisches Set an Einflussfaktoren mit ebenso fallbezogenen Einflussstärken ergeben. Hierbei können sowohl neue Faktoren in den Vordergrund treten als auch bekannte Faktoren, die in anderen Untersuchungen eine hohe Aussagekraft aufwiesen, keinen oder nur geringen Einfluss zeigen.

## **1.2 Zielsetzung**

Da es sich in der Vergangenheit häufig gezeigt hat, dass sich erfolgsversprechende Innovationen in der Landwirtschaft nur sehr langsam oder oft auch gar nicht durchsetzen (Pignatti et al. 2015), wird in dieser Arbeit untersucht, welche Faktoren den größten Einfluss auf die Übernahme oder Ablehnung von Innovationen zur Überwindung der

Nachbauproblematik im Apfelanbau besitzen können. Die Kenntnis solcher Faktoren kann die Diffusion von Innovationen befördern, indem sie zum einen bereits bei der Entwicklung praxisreifer Lösungen Berücksichtigung finden kann und zum anderen in späteren Phasen des Innovationsprozesses hilft, etwaige Barrieren zu überwinden.

Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Arbeit, im Rahmen einer explorativen Fallstudie, die Schlüsselfaktoren der Adoption eines neuen, sich zum Teil noch in der Entwicklung befindlichen Verfahrens zur Überwindung der Bodenmüdigkeit - der Einsatz von Mikroorganismen als Pflanzlochzugabe - aus der Makro- und aus der Mikroperspektive untersucht. Als grundlegendes Ziel verfolgt die Arbeit, das Übernahmepotenzial des neuen Produktionsverfahrens in der Praxis abzuschätzen und Handlungsempfehlungen abzuleiten, welche die Übernahme der Maßnahme befördern können. Zur Erarbeitung der Zielsetzung ergeben sich somit folgende Forschungsfragen:

- Welche äußeren und inneren Rahmenbedingungen des Innovationssystems können sich fördernd oder sogar hemmend auf den Entwicklungsprozess und die Übernahme produktionstechnischer Innovationen zur Überwindung von Nachbauproblemen beim Apfelanbau auswirken (Makroperspektive)?
- Welche Faktoren haben, bezogen auf die Wahrnehmung des potenziellen Adopters, den stärksten Einfluss auf die Adoptionsentscheidung (Mikroperspektive) bezüglich des Einsatzes von Mikroorganismen?
- Welche Maßnahmen können dazu beitragen, die Übernahme der produktionstechnischen Innovation zu fördern?

Ein Mixed-Methods-Ansatz, der sowohl qualitative als auch quantitative Erhebungs- und Analyseverfahren beinhaltet, hilft im folgenden Verlauf der Arbeit, diese Fragestellungen schrittweise zu beantworten. Auf Grundlage sekundärstatistischer Informationen, zugänglicher Veröffentlichungen und einer ersten standardisierten Befragung von Apfelbauern im Alten Land werden in einem ersten Schritt rechtliche, betriebliche und regionale Rahmenbedingungen sowie die gegebenen und zu erwartenden Wettbewerbsbedingungen des deutschen Apfelanbaus und auch der deutschen Baumschulwirtschaft eruiert.

Ein weiterer Fokus des Literaturstudiums liegt in der Identifikation potenzieller Adoptionsfaktoren landwirtschaftlicher Innovationen, welche als Grundlage der sich

anschließenden Akzeptanzanalyse dienen. Wie in vorausgehenden Akzeptanzstudien mit ähnlichen Themenschwerpunkten wird auch in dieser Arbeit das Technology Acceptance Model (TAM) mit der Innovations-Diffusions-Theorie (IDT) kombiniert. Die Auswahl additiver Modellgrößen erfolgt im Rahmen eines Stakeholder-Workshops. Hierbei werden auf der Basis von drei Fallbeispielen zu Innovationen im Obstbau, darunter der Einsatz von Mikroorganismen bei Bodenmüdigkeit, potenzielle Einflussfaktoren nach ihrer erwarteten Stärke im Adoptionsentscheidungsprozess gewichtet. Die Verdichtung der Anzahl an Schlüsselfaktoren ermöglicht die Konzeption eines kurz gefassten Fragebogens, der die Grundlage der Akzeptanzanalyse in Form einer erneuten Befragung von Apfelanbauern in Deutschland sowie auch in Italien bildet. Als Ziel dieser Befragung sollen die Faktoren identifiziert werden, die am stärksten auf die Meinungsbildung und somit die Entscheidung eines (potenziellen) Adopters bezüglich der Übernahme von Mikroorganismen im Einsatz gegen Bodenmüdigkeit wirken. Zur Analyse der Wirkrichtung und Einflussstärke der Faktoren auf die Übernahmeabsicht wird ein Akzeptanzmodell in Form eines Strukturgleichungsmodells entwickelt und aus den vorausgegangenen Untersuchungen sowie sachlogischen Überlegungen, Hypothesen über die Wirkzusammenhänge der im Modell integrierten Einflussfaktoren abgeleitet.

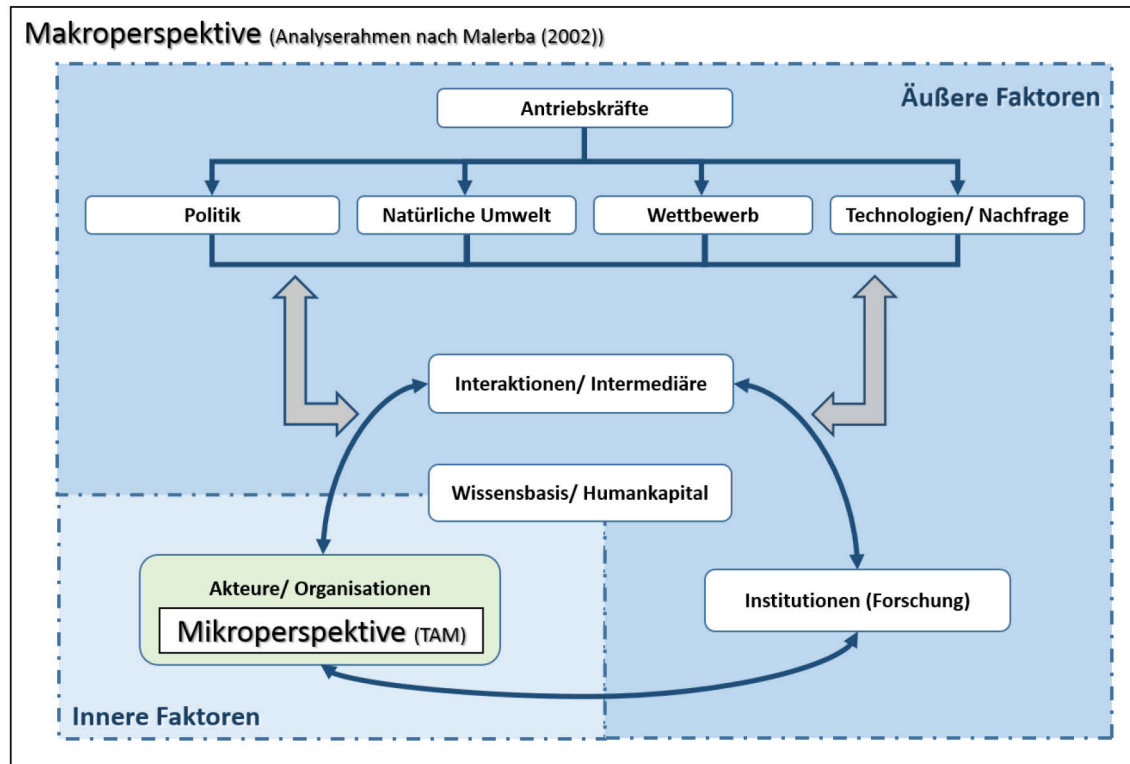
### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Einschließlich der Einleitung, ist die vorliegende Arbeit in fünf Kapitel untergliedert. Nachdem im ersten Kapitel zunächst auf die Hintergründe der Untersuchung, den aktuellen Forschungsstand, die Problem- und Fragestellung sowie das Forschungsdesign eingegangen wurde, schließt sich das zweite Kapitel mit den theoretischen Grundlagen der Untersuchung an. Zuerst werden, basierend auf den Arbeiten von Schumpeter und Opie (1934) als auch Drucker (1985), die unterschiedlichen Arten und Triebkräfte von Innovationen sowie die Prozesse ihrer Entstehung und Verbreitung beschrieben. Das Schildkrötenmodell von Fichter und Antes (2007) veranschaulicht zudem die Unterscheidung von Schub- und Zugkräften, die den Anstoß für Innovationsprozesse geben. Darüber hinaus werden die Funktionen und der Aufbau von Innovationssystemen sowie die Aktivitäten und Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen erläutert. In Anlehnung an die Strukturen und die Entwicklung des Obstbaus im Alten Land liegt hierbei besonderes Augenmerk auf sektorale Innovationssysteme.

Im nächsten Abschnitt wird auf Theorien der Adoptions- und Diffusionsforschung, die Teil der Innovationsforschung sind, Bezug genommen. Unter anderem wird hierbei das Phasenmodell des Innovations-Entscheidungsprozesses nach Rogers (1983) vorgestellt. Zusätzlich wird in diesem Zuge auf Rogers fünf Adoptertypen (2003): (1) Innovatoren, (2) frühe Übernehmer, (3) frühe Mehrheit, (4) späte Mehrheit und (5) Nachzügler, eingegangen. Der Schwerpunkt des zweiten Kapitels liegt in der Beschreibung der unterschiedlichen Adoptionsfaktoren, die sich in adopter-, unternehmens- und umfeldspezifische Faktoren sowie innovations- bzw. produktbezogene Faktoren untergliedern lassen. In näherer Betrachtung ihres fördernden oder hemmenden Charakters werden die ersten vierzehn Forschungshypothesen zu ausgewählten Faktoren aufgestellt. Anschließend werden die zentralen Modelle der Einstellungs- und Verhaltensforschung sowie der Akzeptanzforschung vorgestellt und ihre Entwicklung skizziert. Die Ausführung beginnt mit der Theorie des überlegten Handelns (TRA) sowie der Theorie des geplanten Verhaltens (TPB) und geht im Anschluss verstärkt auf das Technology Acceptance Model (TAM) ein, das der vorliegenden Arbeit als Grundlage der Akzeptanzstudie dient. In diesem letzten Unterabschnitt werden erneut drei Forschungshypothesen abgeleitet, sodass insgesamt siebzehn Hypothesen für den weiteren Untersuchungsverlauf zur Überprüfung vorliegen.

Kapitel 3 beschreibt das methodische Vorgehen, das der empirischen Untersuchung zugrunde liegt. Hierbei wird näher auf den Methodenmix und die Eignung der überwiegend quantitativen Erhebungsmethoden, die Auswahl der Befragungsteilnehmer sowie das Untersuchungsdesign der einzelnen Befragungsstufen eingegangen. Der erste Abschnitt beschreibt das Vorgehen, wie mit Hilfe des Analyserahmens nach Malerba (2002) die Rahmenbedingungen des in dieser Arbeit betrachteten Innovationsprozesses (Makroperspektive) untersucht und Schwerpunkte gesetzt wurden. Betrachtungsfelder sind die sechs Elemente eines sektoralen Innovationssystems nach Malerba (2002): (1) Agenten /Organisationen, (2) Interaktionen, (3) Wissensbasis/Humankapital, (4) Institutionen/ Politik, (5) Technologien/ Nachfrage und (6) Wettbewerb, ergänzt durch ein siebtes, (7) die Umwelt (siehe Abb. 1).





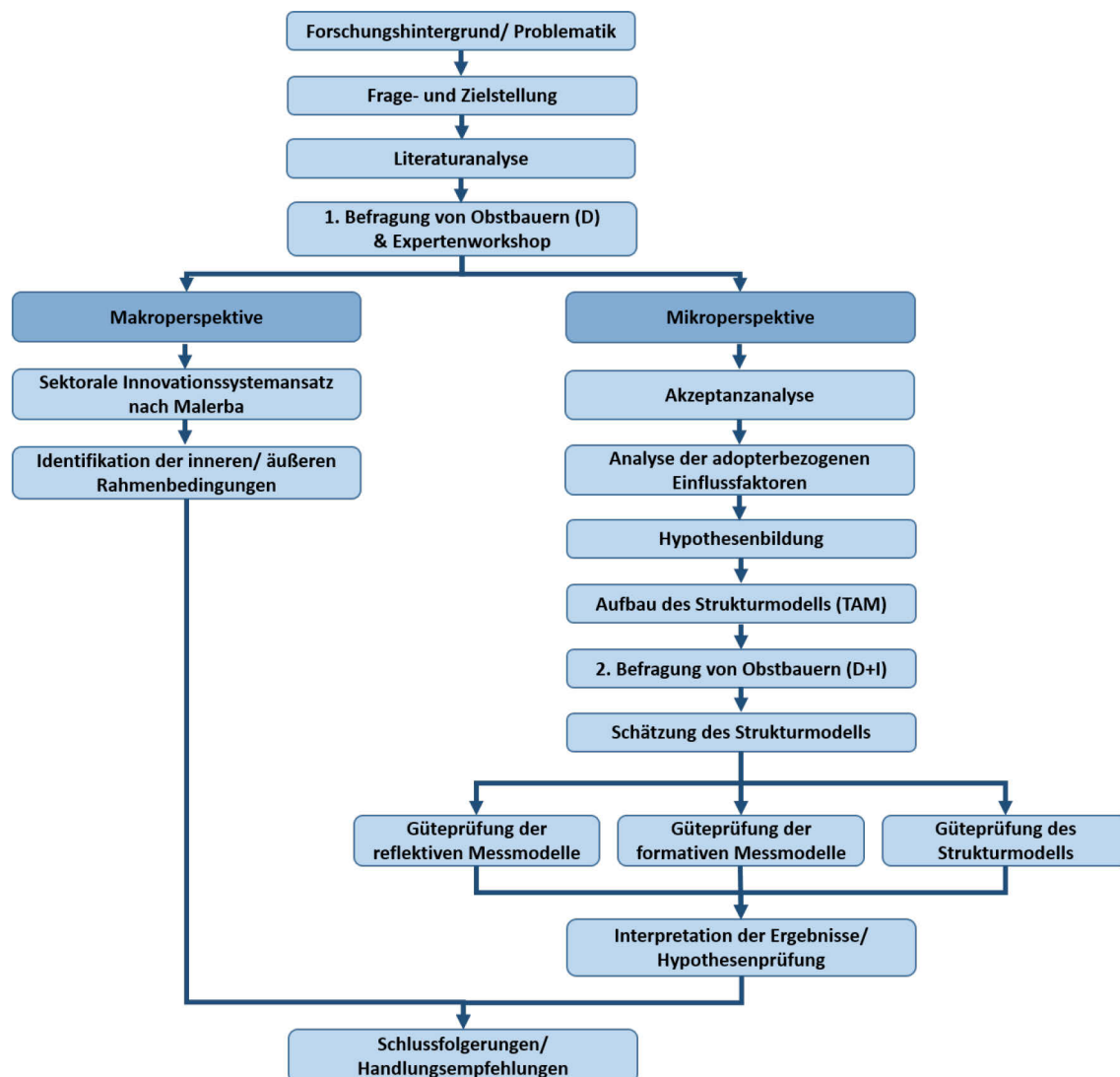
**Abb. 1:** Analyserahmen aus der Makro- und Mikroperspektive

Ab dem zweiten Abschnitt wird das Forschungsdesign der Akzeptanzstudie (Mikroperspektive) beschrieben. Hierbei wird näher auf die Durchführung eines Expertenworkshops, den Aufbau des Akzeptanzmodells, das Vorgehen bei der Fragebogenerstellung und Befragung von Obstbauern sowie die Wahl des statistischen Auswertungsverfahrens eingegangen. In diesem Kontext werden insbesondere die Strukturgleichungsanalyse, als Form der multivariaten Analysemethode und die Parameterschätzung anhand der Partial-Least-Squares-(PLS)-Methode beschrieben.

Die Ergebnisse aus den Befragungen der Experten und Obstbauern werden in Kapitel 4 vorgestellt. Im ersten Abschnitt werden die Rahmenbedingungen der Innovationsumgebung am Schema von Malerba (2002) skizziert. Anschließend erfolgt im zweiten Abschnitt die Ergebnisauswertung des Expertenworkshops zur Gewichtung potenzieller Einflussfaktoren sowie die Begründung ihrer Einbeziehung in das Strukturmodell. Des Weiteren werden die Ergebnisse der Akzeptanzbefragung zunächst basierend auf einer einfachen Auswertung in Excel dargestellt, bevor im dritten Abschnitt auf die finale Ergebnisauswertung des Akzeptanzmodells mittels SmartPLS eingegangen wird.

Das letzte Kapitel fasst zunächst die wichtigsten Erkenntnisse dieser Arbeit zusammen. Daraufhin werden im zweiten Abschnitt die Ergebnisse miteinander in Beziehung gesetzt und erste Schlussfolgerungen für die Praxis abgeleitet. Im dritten Abschnitt erfolgt eine

kritische Auseinandersetzung mit der Wahl der angewandten Methodik, dem Vorgehen bei der Datenerfassung sowie mit den gewonnenen Ergebnissen. Darüber hinaus wird abschließend ein Ausblick auf weitere Forschungsbedarfe gegeben. Abbildung 2 veranschaulicht zusammenfassend die einzelnen Schritte der Arbeit in Form eines Flussdiagramms.



**Abb. 2:** Schematische Darstellung des Forschungsdesigns der vorliegenden Arbeit

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Innovationsforschung

Rogers (2003, S.12) beschreibt eine Innovation wie folgt: “an idea, practice, or object that is perceived as new by an individual or other unit of adoption”. Sie soll sich nach Hauschildt und Salomo (2011, S.4-5) qualitativ deutlich von einem bisher gegebenen Zustand unterscheiden und so eine neue Zweck-Mittel-Kombinationen darstellen. Um beispielsweise technische, organisationale, geschäftsfeldbezogene, institutionelle oder soziale Probleme zu lösen, wird häufig neues Wissen eingesetzt, bereits vorhandene Wissens Elemente neu miteinander verknüpft oder neues Wissen mit altem kombiniert (Fagerberg et al. 2005, 182ff; Fichter 2014, S. 63–64). Aus der Entwicklung von Problemlösungen in diesen und anderen Themenfeldern gehen unterschiedliche Innovationsfälle hervor. Hierbei unterscheiden Schumpeter und Opie (1934, S.66):

- (1) die Entwicklung neuer oder verbesserter Produkte,
- (2) die Entwicklung neuer oder verbesserter Produktionsverfahren,
- (3) die Identifizierung neuer Absatzmärkte bzw. Kundenkreise,
- (4) die Erschließung neuer Rohstoffquellen sowie
- (5) die Neustrukturierung eines Marktes.

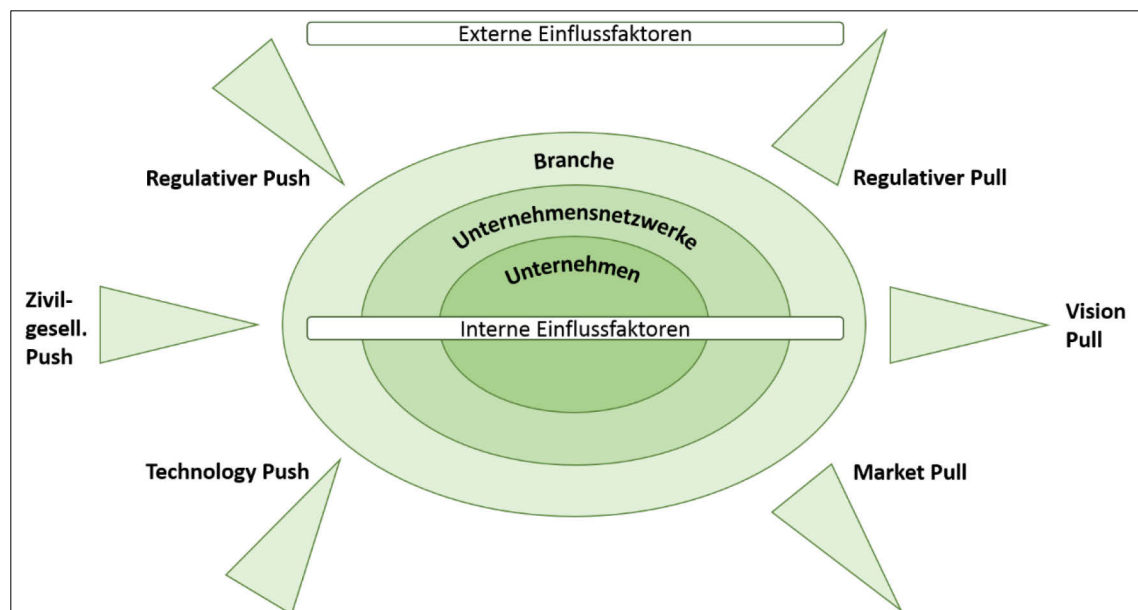
Je komplexer die Innovationen sind, desto mehr der genannten Fälle können eintreten. In der vorliegenden Studie liegt der Fokus auf den ersten beiden Fällen. *Produktinnovationen* sind dabei stärker auf der Markt- bzw. Industriebene (macro-level) angesiedelt und zielen auf eine Steigerung der Effektivität ab (Hage et al. 2006; Hauschildt und Salomo 2011, S.5). Dies umfasst die Verbesserung der Funktionalität und Nutzerfreundlichkeit bestehender Produkte sowie die Entwicklung neuer Produkte auf der Basis neuer Komponenten oder Materialien (OECD 2005, S.157f). Unterschieden wird zwischen materiellen Gütern und immateriellen Dienstleistungen (Hage et al. 2006). *Prozessinnovationen* finden überwiegend auf betrieblicher Ebene (micro-level) statt und forcieren die Erhöhung der Effizienz von Verfahren (Hage et al. 2006; Hauschildt und Salomo 2011, S.5). Ihr Ziel ist die Optimierung oder Neuentwicklung von Verfahren, um die Aufwandskosten der Bereitstellung (z.B. Produktion, Lieferung) bestehender Güter oder Dienstleistungen zu senken und/ oder deren Qualität zu steigern, sowie gänzlich neue

Produkte zu entwickeln (ebd., OECD 2005). Selten lassen sich diese beiden Innovationsfälle klar voneinander abgrenzen, da sie sich häufig gegenseitig bedingen (Hauschildt und Salomo 2011). Einerseits können Produktinnovationen Anpassungen von betrieblichen Verfahrensprozessen bewirken. Andererseits führen neue Verfahrensmethoden häufig zu verbesserten Produktqualitäten oder gar zu neuen Produkten (ebd.).

Drucker (1985) beschreibt *Innovationstreiber* als “Fenster der Möglichkeiten“ die von innen und von außen die Entwicklung von Innovationen beeinflussen. Auf betrieblicher Ebene wirken (von innen) beispielsweise Diskrepanzen (incongruities) zwischen Angebot und Nachfrage, der Bedarf an Veränderung von Prozessen im Unternehmen (process need), die Anpassung an sich ändernde Marktstrukturen (industry and market structures) sowie unerwartete Ereignisse (the unexpected), wie plötzliche und unerklärliche Ertragseinbußen, als Treiber für Innovationen (ebd.). Angestrebt werden hierbei insbesondere die Reduktion des Ressourcenverbrauchs (Arbeit, Zeit, Materialien, Energie), die Erhöhung der Produktionskapazität und -flexibilität sowie die Verbesserung der Produktqualität und der Arbeitsbedingungen (OECD 2005). Zu den Innovationsquellen, die von außen fördernd wirken, zählen der demografische Wandel in der Gesellschaft (demographics), die Veränderung von Einstellungen und Ansprüchen der Konsumenten und somit deren Kaufverhalten (changes in perception) sowie die Generierung neuen Wissens (new knowledge) (Drucker 1985). Nachfragebezogene Innovationprozesse rufen in erster Linie Produktinnovationen hervor (z.B. umweltfreundliche Produkte, Produktqualität), wogegen angebotsbezogene Einflussfaktoren hauptsächlich Prozessinnovationen (z.B. Reduktion der Produktionskosten, Steigerung der Produktionskapazitäten) bewirken (OECD 2005, S.106).

Bezogen auf den Ursprung der Innovation lassen sich deren *Einflussfaktoren* in Schub- und Zugkräfte (push-/pull-Kräfte) unterteilen. Das Schildkrötenmodell nach Fichter und Antes (2007) vereinigt interne und externe Faktoren, die auf den Innovationsprozess wirken (siehe Abb. 3). Zu den *internen Einflussfaktoren* zählen unter anderem die Zusammenarbeit, die Kommunikation und das Vertrauen innerhalb eines Innovationsnetzwerkes, die Qualität seines Managements und seiner Ressourcenausstattung und die Komplementarität der Teilnehmer, die möglichst dieselben Ziele verfolgen (ebd.). Die Partizipation von Promotoren betrachten sie dabei als zentrales Element zur Förderung des Innovationsprozesses.

Die Push- und Pull-Kräfte kennzeichnen die *externen Einflussfaktoren*. Auf der Angebotsseite wirkt im Besonderen der (1) *Technology-Push* oder auch *Science-Push*, der den Anstoß für Innovationen durch neue Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (z.B. Grundlagenforschung) gibt (Jacob et al. 2009; Hauff 2014). Ausgehend von der Nachfrageseite wirkt der (2) *Market-Pull* oder auch *Demand-Pull* basierend auf veränderten Konsumentenerwartungen (Kundenorientierung) oder verschärften Wettbewerbsbedingungen auf die Innovationsbestrebungen der Unternehmen (Jacob et al. 2009; Schuh 2012; Hauff 2014).



**Abb. 3:** Schildkrötenmodell potenzieller Einflussfaktoren<sup>1</sup>

Fichter (2014, S. 63–64) spricht in diesem Zusammenhang von einer Dynamisierung der Innovationsbemühungen und führt dies auf die zunehmende Liberalisierung des Welthandels zurück. Darüber hinaus können ebenso (3) zivilgesellschaftliche Organisationen bzw. Institutionen mit ihrer Kritik an bestehenden Verfahren, wie dem Einsatz von Umwelttoxinen im Pflanzenschutz, Innovationsbemühungen herbeiführen (*zivilgesellschaftlicher Push*). Ist dies nicht erfolgreich, werden die Forderungen der zivilgesellschaftlichen Anspruchsgruppen und der Nachfrager häufig auch vom Staat aufgegriffen. Dieser beschleunigt Innovationsprozesse, indem er (4) auf der einen Seite politischen Druck auf die Akteure ausübt und dies oftmals mit dem Erlassen von Richtlinien, Verordnungen oder Gesetzen forciert (*regulativen Push*) (Fichter und Antes 2007). Oder andererseits (5) Impulse ebenfalls in Form von gesetzlichen Bestimmungen

<sup>1</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Fichter und Antes 2007

oder finanzieller Förderung setzt, ohne dabei einen direkten Zwang bezüglich der Entwicklung von Innovationen auszuüben (*regulativer Pull*) (ebd.). Nach Bokelmann et al. (2012) ist die Realisation eines großen Teils an Projekten und Innovationen von einer solchen Unterstützung, beispielsweise in Form von Förderprogrammen des Bundes, abhängig. Unternehmensübergreifende Leitbilder und Grundsätze (6) fördern darüber hinaus die Entstehung von Innovationsnetzwerken, in denen verschiedene Akteure der Wertschöpfungskette gemeinsam an der Realisierung derselben Zielsetzungen beteiligt sind (*Vision Pull*) (ebd.).

Der Ausgangspunkt einer Innovation lässt sich häufig nicht allein einem der Push- oder Pull-Kräfte zuordnen, denn oftmals liegt hierbei eine Kombination der Kräfte zugrunde (Tidd und Bessant 2009). So auch beim vorliegenden Innovationsgeschehen, das durch einen Technology-Push aufgrund der Verfügbarkeit neuer Diagnoseverfahren zur Ursachenbestimmung von Bodenmüdigkeit befördert, durch staatliche Regulierung, wie dem Verbot des Einsatzes von spezifischen Bodenentseuchungsmitteln, angeschoben (Regulativen Push) und anhand von Förderprogrammen zur Unterstützung wissenschaftlicher Forschung einer nachhaltigen Bodennutzung unterstützt wird (Regulativer Pull). Aber auch der Markt wirkt hier als Innovationstreiber, solange international ein Ungleichgewicht bezüglich der rechtlichen Rahmenbedingungen zum Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wie Dazomet herrscht und den Wettbewerb verstärkt (Market-Pull). Insgesamt aber gelten als Hauptimpulsgeber von Innovationen in der Landwirtschaft vor allem die Märkte und die staatliche Regulierung (World Bank 2007; Weyer 2011, S. 222; Bokelmann et al. 2012).

Als *Umweltinnovationen* gelten Verfahren oder Produkte, die entwickelt wurden, um im Vergleich zu anderen relevanten Verfahren die Umwelt weniger zu belasten (Kemp und Pearson 2007). Kennzeichnend ist, dass der Ursprung der Innovationsbemühungen weniger vom Marktgeschehen ausgeht, sondern überwiegend von staatlicher Regulierung, wie einer Änderung von Gesetzen (z.B. Bodenschutzgesetz) sowie der Auferlegung von Förderprogrammen induziert wird (König 2005, S. 19; Jacob und Jänicke 2005, S. 153; Popp et al. 2010, S. 875). Der Grund hierfür liegt in der doppelten Externalität von Umweltinnovationen, die einerseits auf den “öffentlichen Gut-Charakter“ bezogen ist und andererseits den positiven externen Effekt eines nachhaltigeren Umgangs mit der Umwelt widerspiegelt (Jacob und Jänicke 2005, S. 153; Hauff 2014). So stehen den innovationsbedingten Zusatzkosten häufig keine höheren

Einnahmen aufgrund von Mehrerträgen oder einer höheren Vergütung durch den Markt gegenüber (Hanhoff und Holm-Müller 2004, S.324). Erschwerend kommt hinzu, dass Umweltinnovationen häufig patentrechtlich nicht geschützt sind bzw. sich nicht schützen lassen und potenziellen Nutzern weltweit frei zur Nachahmung zur Verfügung stehen (Spill-over Effekt) (Rennings 2005). Dauerhafter Nutznießer in Anbetracht eines nachhaltigen Schutzes der natürlichen Ressourcen und der Umwelt ist vor allem die Gesellschaft (ebd.). Die fehlenden marktlichen Anreize sowie die höheren Produktionskosten sollten somit vom Staat internalisiert oder von der Gesellschaft getragen werden, damit die Adopter solcher Umweltinnovationen im internationalen Wettbewerb weiterhin bestehen können. Jacob et al. (2009) betrachten staatliche Interventionen zur Markteinführung und Diffusion von Umweltinnovationen als erforderlich und belegen dies empirisch auf Grundlage eines Literaturstudiums zu Fallstudien auf diesem Gebiet. Die Fälle, in denen neue Produktionsverfahren oder Produkte eine Alternative zum Einsatz von Bodenentseuchungsmitteln bei Bodenmüdigkeit sowie zur zunehmenden Intensivierung auf den Obstplantagen darstellen, können somit entsprechend der oben beschriebenen Push- und Pullfaktoren ebenfalls den Umweltinnovationen zugeordnet werden.

In früheren Jahrzehnten, besonders in den Nachkriegszeiten, gingen Innovationsaktivitäten in erster Linie von den Landwirten aus. Vorrangiges Ziel war die Ertragssteigerung, um die Ernährung der Bevölkerung sicherzustellen. In den letzten Jahrzehnten dagegen wurden mit wachsendem Wohlstand der Gesellschaft von Seiten der Bevölkerung zunehmend mehr Ansprüche an die Qualität der Nahrungsmittel und die Art ihrer Produktion gestellt. Neben der Aufgabe der Ernährungssicherung kommen somit immer mehr Forderungen bezüglich der Sicherheit und Unversehrtheit von Lebensmitteln, eines verantwortungsvollen Umgangs mit den Ressourcen, des Tierwohls, des Artenschutzes sowie besonderer Eigenschaften von Lebensmitteln (z.B. Allergiker-Produkte, Superfoods) auf. Darüber hinaus erfordern die steigende Flächenkonkurrenz und der zunehmende Wettbewerbsdruck eine effizientere Nutzung der immer knapper werdenden Ressourcen. Insgesamt aber gilt als Hauptziel des Entwicklungsgeschehens, ökonomischen Wohlstand zu erreichen (Fagerberg et al. 2005, 196, 612). Dies betrifft nicht nur die betriebliche, sondern auch die gesellschaftliche Ebene. Innovationen sind die Basis für Wachstum, technologischen Fortschritt sowie die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Somit legen sie ebenso eine Grundlage des

gesellschaftlichen Wandels (Langert 2007, S. 99), wie auch der gesellschaftliche Wandel Impulse für Innovationen liefert.

Die zunehmende Komplexität der Aufgaben sowie die Technisierung innerhalb der Landwirtschaft sind Gründe dafür, dass ein Großteil der heutigen Innovationen für die Landwirtschaft seinen Ursprung in Hochschulen und Fachhochschulen, Vorleistungs-Unternehmen sowie anderen Wissenschaftsdisziplinen und Branchen hat (Rogers 2003; Bokelmann et al. 2012, S.100; Busse et al. 2014, S. 418). Dries et al. (2013) beobachten auch, dass Forschungs- und Entwicklungs-Initiativen zunehmend von privaten Akteuren ausgehen. Als einen Grund geben sie an, dass es mit Hilfe von Patenten möglich geworden ist, die eigenen Anstrengungen besser zu schützen und sie sich damit zu eigen zu machen (Dries et al. 2013, S.53). Ein weiterer Grund kann in den Kürzungen öffentlicher Mittel für Hochschulen gesehen werden, die ihre Aktivitäten immer mehr auf die Grundlagenforschung richten und weniger anwenderorientiert arbeiten (Bokelmann et al. 2012).

Der *Innovationsgrad* ist dabei abhängig von der Komplexität der Neuerung, der Integrierbarkeit in bestehende betriebliche Verfahrensabläufe, dem Vorhandensein der zur Realisierung erforderlichen Ressourcen, der marktlichen und technologischen Neuartigkeit sowie dem Risiko, das mit den innovationsbedingten Veränderungen einhergeht (Arnold und Klee 2016, S. 5). Es werden zwei Ausprägungsformen unterschieden. Betrifft die Innovation nur kleine Veränderungen oder Anpassungen an einem bereits existierenden Produkt, einer bestehenden Technologie oder einem Produktionsprozess und besteht nur ein geringes Übernahmerisiko, handelt es sich um eine *inkrementelle* (bzw. bewahrende, evolutionäre, exploitative) Innovation (Hage et al. 2006; Tidd und Bessant 2009, S. 16; Bokelmann und König 2013; Güttel und Konlechner 2014, S. 346–353). Besonders bei Produkten mit langen Lebenszyklen wird versucht, sich mit nur kleinen Schritten den neuen Marktanforderungen anzunähern (Kocher und Wolf 2012). Diese Anpassungen basieren eher auf dem eigenen betrieblichen Know-How zur Optimierung von Arbeitsprozessen und der Rückkopplung mit dem Kunden, als auf öffentliche Forschungs- und Entwicklungsinitiativen (Bokelmann et al. 2012, S.18). Sind die Innovationen von komplexerer Natur, verändern sie Produkte sowie betriebliche Abläufe signifikant und weisen dabei auf größere Informationsdefizite und damit ein höheres Übernahmerisiko hin, ist die Rede von *radikalen* (bzw. disruptiven, revolutionären, explorativen) Innovationen (Tidd und Bessant 2009, S. 16; Bokelmann



und König 2013; Güttel und Konlechner 2014, S. 346–353;). Häufig handelt es sich um gänzlich neue Produkte, Technologien oder Verfahren mit anderen Eigenschaften und Verwendungszwecken (OECD 2005; Güttel und Konlechner 2014, S. 346–353). An dieser Stelle bekommt der Innovationsprozess häufig systemischen Charakter. Denn die neuen Produkte oder Verfahren ziehen vielfach strukturelle, soziale und organisatorische Veränderungen nach sich, so dass Interaktionen mit verschiedenen Akteuren der Wertschöpfungskette sowie über diese hinaus erforderlich sein können (Bokelmann et al. 2012). Doch für die ersten Übernehmer radikaler Innovationen besteht die Chance, sich große Wettbewerbsvorteile zu verschaffen, indem beispielsweise neue Kundensegmente und Märkte erschlossen werden (Hage et al. 2006). Insgesamt ist aber die Übernahmewahrscheinlichkeit inkrementeller Innovationen wie die Aufnahme neuer Sorten oder Pflanzenschutzmittel höher als die radikaler Innovationen wie die Umrüstung auf komplett neue Anbausysteme (z.B. Spindelobstbau, Hagelschutzanlagen) (Pietzsch 2017, S. 168–169).

### 2.1.1 Innovationsnetzwerke und -systeme

Auch die OECD (2005, S.46) beschreibt, dass viele Innovationen mehr als eine Art von Neuerung abdecken. Der Umstand, dass Produktinnovationen vielfach auch Prozessinnovationen nach sich ziehen, erfordert häufig die Generierung neuen Wissens und regt somit Lernprozesse innerhalb des Unternehmens an (Bokelmann und König 2013). Das fehlende Know-How wird dabei häufig im Zuge eines interaktiven Lernprozesses von außen erworben, denn: „firms do not innovate in isolation“ (Lundvall 1992; Malerba 2004; World Bank 2007). Hierbei findet ein Austausch mit anderen Firmen innerhalb der Wertschöpfungskette sowie öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen und Beratungsunternehmen statt (Malerba 2004). Dies geschieht häufig innerhalb von Innovationsnetzwerken, in denen die Akteure aus dem privatwirtschaftlichen und öffentlichen Bereich ihre Ressourcen bündeln und gemeinschaftlich versuchen, Produkte oder Prozesse zu optimieren, neu zu entwickeln und für die Praxis nutzbar zu machen (World Bank 2007; Spektrum 2014). Die Aktivitäten innerhalb dieser Netzwerke sind gut organisiert und werden von einer Reihe sozialer, kultureller, politischer, ökonomischer, struktureller und institutioneller Faktoren gelenkt, wie auch begrenzt (OECD 2005; Hafkesbrink et al. 2015). Die Beziehungen zwischen den Akteuren in einem solchen Netzwerk sind sehr eng und beruhen oft auf

einer gewachsenen Vertrauensbasis, die besonders in regionalen Clustern aufgrund regelmäßiger Kontakte begünstigt wird und eine zentrale Rolle einnimmt (Weyer 2011, S. 119ff; Spektrum 2014; Hafkesbrink et al. 2015). Neben dem Wissensaustausch, der über die Unternehmensgrenzen hinweg häufig auch international stattfindet, trägt auch der Erfahrungsaustausch innerhalb des Clusters in Form rekursiver Lernprozesse (Feedbackschleifen) zum Erfolg des Innovationsnetzwerks bei und reduziert Unsicherheiten (Weyer 2011, S.219ff). Es wird angenommen, dass Innovationsnetzwerke die Erfolgsaussichten einer Innovation sowie eines jeden Akteurs innerhalb des Netzwerkes erhöhen (network succes hypothesis) (ebd.; Witt 2004). Dies können auch Akteure sein, die miteinander im Wettbewerb stehen.

Der etwas breiter gefasste Begriff "Innovationssystem" implementiert die Rolle der staatlichen Organe in Bezug auf die Rahmgebung des Innovationsgeschehens durch die Verabschiedung von Gesetzen, die Auferlegung steuerlicher Anreize oder direkter Innovationsförderung (Spektrum 2014). Innovationssysteme sind somit Netzwerke von Einzelpersonen, Unternehmen und Organisationen deren Ziel es ist, neue Produkte oder Prozesse unter dem Einfluss von Institutionen (Normen, Werte, Routinen) und Politik, die das Verhalten und die Leistung dieser Akteure beeinflussen, voranzubringen (World Bank 2007). Auch hier ist die Entstehung und Verbreitung von Innovationen eine Folge diverser Interaktionen verschiedener Akteure und Institutionen, die ihre Ressourcen und Kompetenzen innerhalb dieses Netzwerkes bündeln (OECD 1999, 2001). So sind Kommunikation, Austausch, Kooperation, aber ebenso Konkurrenz wichtige Formen der Interaktion zwischen den Akteuren (Malerba 2002). Als Hauptkomponenten eines Innovationssystems können somit Organisationen, Interaktionen sowie "Institutions" in Form von Routinen, Gewohnheiten, etablierte Praktiken, Normen, Standards, Regeln und Gesetzen gesehen werden (Malerba 2004; Fagerberg et al. 2005; Hage et al. 2006; Turaeva und Hornidge 2014). Auch Edquist (2006) betont, dass die Innovationsbemühungen von Firmen in der Regel nicht in Isolation, sondern: "in collaboration and interdependence with other organizations" erfolgen. Nach Bokelmann et al. (2012) lassen sich vier Akteursgruppen mit unterschiedlichen Funktionen wie der Entwicklung, Anwendung und Förderung von Innovationen innerhalb der Wertschöpfungskette abgrenzen. Dies sind landwirtschaftliche Betriebe, Unternehmen der Zulieferindustrie, die öffentliche und private Forschung sowie Intermediäre bzw. Multiplikatoren (Bokelmann et al. 2012).

Innovation wird somit als ein dynamischer Prozess verstanden, in dem verschiedene Akteure häufig auch aus unterschiedlichen Disziplinen ihre Fähigkeiten und ihr spezifisches Wissen bündeln und durch Interaktion sowie gemeinsames Lernen etwas Neues erschaffen (OECD 2005). Netzwerken und Ressourcenbündelung versteht sich somit als ein Eckpfeiler von Wachstum und Entwicklung (OCDE 2001, S. 104). Jedem Mitglied innerhalb des Innovationssystems kommt in Bezug auf seine spezifischen Kompetenzen eine spezielle Aufgabe zu (Lynn et al. 1996). Zu den verschiedenen Aktivitäten innerhalb eines Innovationssystems zählen (Fagerberg et al. 2005, Hage et al. 2006; Edquist 2006):

- (1) die Wissensgenerierung durch Forschung und Entwicklung (FuE),
- (2) der Kompetenzaufbau durch Aus-/Fortbildung, Training und Lernen,
- (3) die Erschließung neuer Produktmärkte,
- (4) die Formulierung von Qualitätsanforderungen,
- (5) die Schaffung und Anpassung von Organisationen an neue Aufgaben,
- (6) Networking,
- (7) die Schaffung und Veränderung von Institutionen (Normen und Gesetze),
- (8) die Bereitstellung des Zugangs zu administrativer Unterstützung,
- (9) die Finanzierung, sowie
- (10) die Bereitstellung von Beratungsleistungen.

Nach Hirschhausen und Beckers (2016) lassen sich auf Grundlage räumlicher, technologischer und sektoraler Gesichtspunkte folgende vier Innovationssysteme voneinander abgrenzen. Einen räumlichen Bezug, ohne auf eine bestimmte Technologie oder einen Sektor begrenzt zu sein, weisen Nationale und Regionale Innovationssysteme (NIS, RIS) auf. Beziehen sich alle Aktivitäten eines Innovationssystems auf die (Weiter-) Entwicklung einer speziellen Technologie, ist von einem Technologischen Innovationssystem (TIS) die Rede. Bezogen auf die räumliche und sektorale Ebene gibt es in diesem Fall keine Grenzen. Liegt eine Abgrenzung zu einem einzigen Wirtschaftsbereich vor, spricht man von einem sektoralen Innovationssystem (SIS) (Hirschhausen und Beckers 2016). Aktivitäten in einem solchen System richten sich auf die Entwicklung sowie Verbesserung, Produktion und Verbreitung sektoraler bzw. branchenspezifischer Produkte oder Verfahren mit einem für den Sektor oder die Branche (z.B. Obstbau) spezifischen Nutzen (Malerba 2004/2002). Die in diesem gefassten Rahmen agierenden Akteure besitzen demnach branchenspezifische/s Wissen, Lernprozesse, Produktions-

prozesse und Technologien. Die institutionelle Umgebung sowie die Interaktionen bei der Entwicklung, Verbreitung und dem Gebrauch von Innovationen sind hierbei ebenso sektorspezifisch (Malerba 2002; Koschatzky et al. 2009, S.7).

### 2.1.2 Sektorale Innovationssysteme nach Malerba

Nach dem sektoralen Innovationssystemansatz nach Malerba (2002) werden die verschiedenen Akteure einer Wertschöpfungskette und ihre interaktiven Beziehungen innerhalb des institutionellen und politischen Umfeldes eines Innovationsprozesses abgebildet. Er stellt somit einen Analyserahmen dar, mit dem die Rahmenbedingungen unter besonderer Inaugenscheinnahme der sechs Elemente eines sektoralen Innovationssystems wie dem Obstbau im Alten Land:

- (1) Agenten/Organisationen,
- (2) Interaktionen/Intermediäre,
- (3) Wissensbasis/Humankapital,
- (4) Institutionen/ Politik,
- (5) Technologien/ Nachfrage und
- (6) Wettbewerb

abgebildet werden können. Mit ihm soll es möglich sein, einen Blick auf das Innovationspotenzial und somit auf die Wettbewerbsfähigkeit des Sektors zu werfen, um daraufhin Handlungsempfehlungen zur Förderung solcher Innovationsprozesse aufzeigen zu können (König et al. 2012). Hierbei werden die Rahmenbedingung der Entwicklung und Diffusion von Innovationen innerhalb eines Sektors skizziert und potenzielle Einflussfaktoren der Adoption aufgezeigt. Der Anspruch liegt dabei nicht in der Begründung von Innovationserfolg oder -misserfolg, sondern in der Beschreibung der einzelnen Elemente des Innovationsprozesses, die den Rahmen bilden (Bokelmann und König 2015, S.26).

An vorderster Stelle stehen die *Agenten oder Organisationen*, d.h. Einzelpersonen, landwirtschaftliche Betriebe, Unternehmen der vor- und nachgelagerten Industrie, wissenschaftliche Einrichtungen, aber auch Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels. Entscheidend für den Innovationsprozess sind unter anderem deren Charakteristika und Strukturen. Auf der Aggregationsebene des einzelnen Individuums können dies soziodemografische Faktoren wie das Alter, die Ausbildung und das Einkommen sein, aber

auch Persönlichkeitsmerkmale (Intelligenz, Abstraktionsvermögen, Risikoeinstellung) und das individuelle Kommunikationsverhalten (Einbindung in soziale Netzwerke, Mediennutzung) (Mann 2009, S. 106–107). Auf der Unternehmensebene wirken im Besonderen die Größe, Lage und Struktur sowie die Kapitalkraft, Ressourcen und Ausrichtung der Betriebe.

Die landwirtschaftlichen Unternehmen geben häufig den Anstoß für Innovationsprozesse, ohne selbst der Innovator zu sein. Mit ihrem Feedback an Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen bewirken sie Verbesserungen von Innovationen und stoßen auch Neuentwicklungen an. Somit sind sie nicht nur als potenzielle Anwender für den Erfolg von Innovationen von entscheidender Relevanz, sondern nehmen beispielsweise als Praxis-/Testbetriebe bei ihrer Entwicklung eine bedeutende Rolle ein (König et al. 2012, S.83). Gerade aufgrund der für den Gartenbau dominierenden Form klein- und mittelständiger Unternehmen (KMU) mit wenig Kapitalreserven und ihrer Eingeschränktheit, risikobehaftete Investitionen in die Entwicklung von Innovationen zu tätigen, obliegt es häufig der öffentlichen Forschung, sich dieser Aufgabe anzunehmen und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe zu fördern (Bokelmann und König 2015, S.29). Zudem sind die Grundlagenforschung, die Ausbildung hoch qualifizierter Arbeitskräfte und somit auch der Aufbau von Humankapital zentrale Aufgaben von öffentlichen Forschungseinrichtungen wie Universitäten im Innovationsgeschehen (Malerba 2004). Andererseits weist das BMEL darauf hin, dass die aus dem Strukturwandel hervorgehenden, immer größeren und schlagkräftigeren Betriebs-einheiten wettbewerbsfähiger werden (BMEL 2013, S.20). Größere Betriebe besitzen die Fähigkeit zur Diversifizierung und Risikostreuung und können sich aktiver am Innovationsgeschehen beteiligen. Dies erfolgt unter anderem durch die Teilnahme an Forschungsprojekten oder dem Anlegen eigener Versuchsflächen.

Neues Wissen und Neuentwicklungen auf Seiten der öffentlichen Forschung werden nur selten in die Praxis in Form marktkompatibler Innovationen weitergetragen (Bokelmann et al. 2012, S.157). Nach Fagerberg et al. 2005 liegt ein Grund in den unterschiedlichen Zeithorizonten, in denen Unternehmen der Industrie und Universitäten arbeiten, so dass eine kurzfristige gemeinsame Erarbeitung von Lösungsansätzen auf aktuelle Problemlagen oft nicht möglich ist (Fagerberg et al. 2005, S. 94–95). Hinzu kommt, dass an deutschen Hochschulen eine relativ hohe personelle Fluktuation im Bereich Forschung besteht. Besonders in langfristig angelegten Forschungsprojekten wechseln die Ansprechpartner

für die übrigen Teilnehmer eines bereits bestehenden Innovationsnetzwerkes häufig. Zuvor gefestigte Vertrauensbeziehungen müssen sich somit neu bilden. Darüber hinaus geht Zeit verloren, wenn sich die neuen Mitarbeiter zuerst in die Thematik einarbeiten müssen. Doch ein sektorales Innovationssystem lebt von den *Interaktionen* der Akteure auf den unterschiedlichen Stufen der Wertschöpfungskette sowie darüber hinaus. Es bildet somit eine Art von Netzwerk, in dem neues Wissen generiert, transferiert und dabei weiterentwickelt wird und zur Entwicklung und Verbreitung von Innovationen beiträgt. Die Interaktionen weisen hierbei unterschiedliche Intensitätsstufen auf, wie dem informellen Informationsaustausch, Kooperationen bis hin zu Industrie-Clustern oder regionalen Netzwerken (Hafkesbrink et al. 2015).

Innovations-*Intermediäre* haben die Aufgabe, Innovationen zu fördern, indem sie eine Plattform stellen, auf der das Wissen und die Kompetenzen der unterschiedlichen Akteure gebündelt und transferiert werden (König et al. 2012, S. 75). Hierbei geht es auf der einen Seite um die Übersetzung wissenschaftlicher Theorien in praktikable Anwendungen für die Praxis und auf der anderen Seite die Übersetzung der Bedürfnisse der Praxis in konkrete wissenschaftliche Fragestellungen (Fagerberg et al. 2005, S. 88; Bokelmann et al. 2012, S.62). Diese Aufgaben können unter anderem Berufs-, Interessens- und Branchenverbände sowie deren spezialisierte Arbeitsgruppen, öffentliche und private Beratungseinrichtungen, Landwirtschaftskammern sowie Transferstellen der Universitäten erfüllen (Bokelmann et al. 2012, S.79). Für die Kommunikation nutzen sie Messen, betriebliche Informations- und Feldtage, Veröffentlichungen in Fachzeitschriften, aber auch Firmen-/Verbandszeitschriften und Newsletter (ebd.). Neben der Bündelung und Weitergabe neuen Wissens obliegt ihnen die ebenso bedeutende Funktion der Koordination verschiedener Prozesse innerhalb des Innovationsprozesses und damit der interdisziplinären Zusammenarbeit beispielsweise innerhalb von FuE-Netzwerken (König et al. 2012, S. 83; Fritsch 2013, S.18). Dies können Netzwerke in Form regionaler Cluster oder Wertschöpfungsketten sein, dessen Akteure im Rahmen eines Innovationsprozesses temporär zusammenarbeiten (Tidd und Bessant 2009, S. 62–99). Als wertschöpfungskettenübergreifende Schnittstelle haben sie die Aufgabe, die Glieder der Wertschöpfungskette mit Institutionen aus Forschung und Politik sowie den Verbrauchern zu vernetzen und somit institutionelle Barrieren abzubauen (Bokelmann et al. 2012, S.62, 164). Nach Bokelmann und König (2015) ist dies von besonderer Bedeutung, wenn es um die Anpassung von Produktionsprozessen an sich ändernde gesellschaftliche Ansprüche geht (Bokelmann und König 2015, S.29). Bei dieser

Funktion ist eine weitgehend wirtschaftliche Unabhängigkeit des Intermediäres als vertrauensstiftende Basis von entscheidender Bedeutung (König et al. 2012; Bokelmann et al. 2012).

Entscheidenden Einfluss auf die *Wissensbasis* hat die geografische Nähe der einzelnen Akteure zueinander. Sie steigert die Frequenz der Austauschbeziehungen untereinander, damit den Wissensfluss und fördert ebenso das Nachahmverhalten der potenziellen Adopter (Rogers 1983). Auch Langert (2007) wertet diesen Nachbarschaftseffekt als entscheidend für die Adoption von Innovationen (Langert 2007, S. 112). Somit ist Innovation ein dynamischer Prozess, in dem sich die Wissensbasis durch Interaktionen, wie dem Wissenstransfer und Lernen erweitert (OECD 2005, S.33). Hierbei sind unterschiedliche Stufen, an denen Lernprozesse ablaufen, zu unterscheiden. An erster Stelle stehen die Schulen, gefolgt von den Fachhochschulen sowie Universitäten und später die Berufslaufbahn innerhalb von Unternehmen. Dies kann in Form innerbetrieblicher Trainingseinheiten, "learning-by-doing" sowie "learning-by-using" erfolgen, oder außerbetrieblich mit Hilfe der Aus- und Weiterbildungsangebote von Akademien, Landwirtschaftskammern, Berufsverbänden, privaten und öffentlichen Beratungsstellen sowie Lehr- und Versuchsanstalten (Fagerberg et al. 2005, 74–75, 194, 197; Bokelmann et al. 2012, S.83-84). Innovationen erfordern somit neben innerbetrieblichen Anpassungen auch den Aufbau des Humankapitals innerhalb der Unternehmen (Bokelmann et al. 2012, S.13). Aber auch der Wissenstransfer aus öffentlichen Forschungsprojekten trägt zur Erhöhung der Wissensbasis des Sektors bei. Doch ist das von Universitäten neu generierte Wissen ein öffentliches Gut und wird in der Regel weit gestreut. Ein Faktor, der im Wesentlichen den Wissenstransfer unterstützt, ist die Mobilität von Arbeitskräften. Dies geschieht zum einen in Form von Hochschulabgängern, die neues Wissen in die Unternehmen hineintragen oder dem Wechsel von Fachkräften zwischen Unternehmen, der ebenso einen Transfer über die Sektorengrenzen hinaus bewirken kann (König et al. 2012). Besonders wichtig hierbei ist die Übermittlung impliziten Wissens, dass sonst nur schwierig auf informationstechnischen Wegen erlernt werden kann, sondern einen interaktiven Prozess erfordert (Fritsch 2013). Fagerberg et al. (2005) beschreiben den Prozess des Wissenstransfers als zentral für den Innovationsprozess. Hierbei gibt es für Unternehmen laut der OECD (2005, S.78-79) drei verschiedene Wege, sich Wissen anzueignen: (1) ein öffentlicher Zugang, (2) der Einkauf von Wissen ohne aktive Interaktion sowie (3) durch Innovationskooperationen verschiedener Akteure.

Jedes Innovationsnetzwerk ist in einen *institutionellen und politischen Rahmen* eingebettet. Die Interaktionen und Beziehungen zwischen den Akteuren werden somit durch informelle Institutionen wie Normen, Routinen, Gewohnheiten und Regeln sowie formelle Institutionen wie Verträge und Gesetze beeinflusst (Edquist 1997, S.2), die gegebenenfalls regional sehr unterschiedlich und sich dabei fördernd sowie hemmend auf den Innovationsprozess auswirken können. Letztere sind festgeschrieben und können bei Nichteinhaltung Sanktionen nach sich ziehen. Beispielsweise bei einem Verstoß gegen die von der Regierung erlassenen Gesetze zum Schutz des Bodens und des Naturhaushaltes. Diese sind von entscheidender Bedeutung, da nach Jänicke (2008) der Markt das ökologische Schadenpotenzial einzelner Prozesse nicht wahrnimmt bzw. auch kaum Anreize zu deren Vermeidung oder Verminderung stiftet (Jänicke 2008, S. 17–20). Des Weiteren spiegeln Gesetze gesellschaftliche Anforderungen und Trends wieder und verschaffen den Unternehmen Planungssicherheit bei der Investition in Innovationen beispielsweise zur Erfüllung neuer Auflagen. Sie befördern Innovationen auf der einen Seite, indem sie durch neue Regeln einen Innovationsdruck aufbauen und auf der anderen Seite Anreize beispielsweise in Form finanzieller Unterstützung, steuerlicher Begünstigungen sowie der Förderung von Kooperationsplattformen und FuE-Netzwerken setzen (Hage et al. 2006; König et al. 2012, S. 85-86). So wird erreicht, dass mitunter auch finanzschwache klein- bis mittelständige Unternehmen sich am Innovationsprozess aktiv beteiligen können (World Bank 2007). Neben den marktinduzierten Innovationsbestreben von Unternehmen, beispielsweise aufgrund von veränderten Anforderungen auf Seiten der Abnehmer oder eines starken Konkurrenzdrucks, sind Innovationen, besonders wenn es sich um Umweltinnovationen handelt, politisch induziert. Die staatliche Regulation erfolgt dann durch das Auferlegen von Beschränkungen oder dem Setzen von Anreizen (Bokelmann und König 2015, S.27).

Bei der Entwicklung neuer *Technologien* sollen nach Möglichkeit alle drei Kategorien der Nachhaltigkeit Berücksichtigung finden, damit Unternehmen auf lange Sicht wettbewerbsfähig bleiben. Das bedeutet, dass neben den häufig dominierenden ökonomischen Aspekten in Zukunft immer auch ökologische und soziale Gesichtspunkte bei der Entwicklung beachtet werden sollten (Hauff 2014, S.68-70). Hierbei müssen aber zunächst zwei Blickwinkel unterschieden werden. Dies sind zum einen die Nachfrage des potenziellen Adopters der Innovation (Landwirt) selbst und zum anderen die des Abnehmers der Erzeugnisse neuer Produktionsverfahren (Lebensmitteleinzelhandel, Verbraucher).



Die Übernahme neuer erfolgversprechender Technologien in der Landwirtschaft ist häufig sehr verhalten (Pignatti et al. 2015). Gründe hierfür sind aber nicht allein ökonomischer Natur. Auch persönliche, soziokulturelle, institutionelle sowie ökologische Faktoren beeinflussen das Verhalten und somit die Adoptionsentscheidung erheblich (Prager und Posthumus 2010). Oft entsprechen die Neuerungen nicht den Ansprüchen der Betriebe oder lassen sich nur schwer in die betrieblichen Abläufe einbinden. Darauf bezogen hebt Pignatti (2015, S.79) hervor, dass die Teilnahme der potenziellen Adopter am Entwicklungsprozess von entscheidender Bedeutung ist. Gleichmaßen müssen sich die gesellschaftlichen Erwartungen in Produktionsweisen und Produkten widerspiegeln, um auf Dauer dem hohen Wettbewerbsdruck standzuhalten (Bokelmann et al. 2012, S.11).

Innovationen sind hierbei ein wichtiger Bestandteil für die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und wirtschaftliches Wachstum. Die Anpassung an globale Veränderungen wie den Klimawandel, zunehmende Ressourcenknappheit, steigende Betriebsmittelpreise, der Wandel gesellschaftlicher Ansprüche sowie die zunehmende Konkurrenz aus dem Ausland durch die fortschreitende Öffnung der Märkte stehen hierbei immer mehr im Fokus. Häufig sind Innovationen auch allein dafür notwendig, um dem zunehmenden Pool internationaler Standards und ihrer Richtlinien zu entsprechen und damit den Marktzugang sicherzustellen (Dirksmeyer et al. 2016, S.5).

### 2.1.3 Innovationsprozess

Die Innovation selbst ist nur eine Stufe innerhalb eines größeren Prozesses, der immer häufiger auf unterschiedlichen Ebenen (private und öffentliche Forschungsinstitute, Hochschulen, landwirtschaftliche Betriebe, vorgelagerte Unternehmen) stattfindet. Rogers (2003) beschreibt sechs unterschiedliche Entwicklungsstufen bzw. Stationen innerhalb des Innovations-Entwicklungs-Prozesses. Dieser ist gekennzeichnet durch Interaktionen, dem Treffen von Entscheidungen sowie einer Reflektion derer Auswirkungen. Als initialen Startpunkt führt Rogers das Erkennen eines Bedarfs oder Problems an (1. recognition), das der potenzielle Innovator als neues Thema in seine Agenda aufnimmt. Im weiteren Verlauf wird dieser Schwerpunkt genauer erforscht und nach Lösungen zur Bewältigung des Problems gesucht (2. research). Erfolgsversprechende Ansätze werden daraufhin weiterentwickelt und an die Prozesse der Praxis angepasst (3. development). Ist die Entwicklung abgeschlossen, wird das neue Produkt

oder Verfahren vermarktet (4. commercialization). Daraufhin folgt die Übernahme der Innovation durch den Adopter und die Verbreitung auf dem Markt (5. diffusion and adoption). Auf der sechsten Stufe des Innovationsprozesses schließt sich eine Betrachtung der Auswirkungen der Innovationsübernahme an (6. consequences). Lernprozesse können dabei Anlass geben, dass auf der Entwicklungsstufe erneut Anpassungen der vorliegenden Innovation vorgenommen werden oder gar neue Bedarfe entstehen und ein neuer Innovationsprozess angeschoben wird (OECD 2005). Hierbei werden nicht immer zwangsläufig alle Phasen durchlaufen, sondern Einzelne übersprungen (Rogers 2003, S.167). Häufig wird der Prozess auch auf drei Phasen aggregiert. Zu Beginn steht hier die Invention, das heißt die Erforschung, Erfindung und Entwicklung eines neuen Verfahrens oder Produkts z.B. in Form eines Prototyps als Ansatz zur Problemlösung oder Bedarfsbefriedigung (Langert 2007, S. 99; Mann 2009; Hauff 2014). In der anschließenden Phase entwickelt sich die Invention zur Innovation, indem die neue Technologie auf die wirtschaftliche Anwendung zugeschnitten auf dem Markt lanciert wird (Tidd und Bessant 2009, S. 16; Bokelmann et al. 2012; Schuh 2012; Hauff 2014). Dieser Prozess findet nach Fagerberg et al. (2005) hauptsächlich in Unternehmen und weniger in Forschungseinrichtungen statt. Die dritte Stufe beinhaltet die Adoption der Innovation durch das Individuum und die Diffusion der Innovation auf aggregierter Ebene (Rennings 2005a; Hauff 2014, S. 70–71). Schuh (2012) ergänzt dieses Drei-Stufen-Modell noch um eine weitere Phase, die Imitation, also das Kopieren neuer Technologien und Verfahren durch Konkurrenzunternehmen.

Nach einer Befragung von Akteuren der vor- und nachgelagerten Sektoren der deutschen Landwirtschaft von Bokelmann et al. (2012) nimmt der gesamte Innovationsprozess einen Zeitrahmen von bis zu mehreren Jahren ein. Dabei folgt der Prozess, wie beschrieben, keinem linearen Verlauf, sondern ist von vielfältigen Interaktionen (gegenseitiger Austausch/ Rückkopplung) zwischen den Akteuren und Institutionen des Innovationssystems gekennzeichnet (OECD 1999, S.11; Fagerberg et al. 2005; Hauff 2014, S. 70–71; Bokelmann et al. 2012). Busse et al. (2014) und Bokelmann et al. (2012) verweisen sogar auf die häufig bestehende Notwendigkeit mehrerer Feedback-Schleifen bis zur vollständigen Marktreife einer Innovation. So kommt es in Folge von Lernprozessen nach erstmaligen Praxiseinsatz mitunter zu Verbesserungen von Innovationen oder gar wiederum zu neuen Innovationen (OECD 2005). Für die erfolgreiche Entwicklung, Verbreitung und Nutzung der Innovationen sind somit nicht nur die wirtschaftlichen, politischen und organisatorischen Faktoren von Bedeutung,

sondern ebenso die Beachtung institutioneller sowie sozialer Aspekte (Edquist 1997). So sind nach Bokelmann und König (2013) technische Neuerungen aufgrund eines systemischen Charakters häufig auch Auslöser sozialer sowie organisatorischer Veränderungsprozesse innerhalb von Unternehmen und führen somit häufig auch zu Anpassungen des Anwenderwissens (Bokelmann und König 2013, S.24).

Die finale Adoption von Innovationen ist ebenfalls ein sehr komplexer Prozess, auf den verschiedene Einflussfaktoren, wie die Eigenschaften der Neuerung an sich, ihre Wahrnehmung durch den potenziellen Übernehmer, dessen betrieblichen Voraussetzungen, die sozioökonomische und politische Umgebung, wirken (Blazy et al. 2008, S. 4–5). Auch Prager und Posthumus (2010) weisen darauf hin, dass die Gründe eines bestimmten Verhaltens wie der Ablehnung oder Übernahme von Innovationen unterschiedlich sein können. Diese setzen sich meist aus einer Kombination von persönlichen, soziokulturellen, ökonomischen, institutionellen und umweltbezogenen Variablen zusammen, die je nach Art der Innovation und seiner Umgebung unterschiedliche Wichtung haben können (ebd.).

## **2.2 Adoptions- und Diffusionstheorien**

Die Übernahme von Innovationen erfolgt auf zwei Ebenen, der individuellen bzw. der Unternehmensebene sowie der gesellschaftlichen bzw. marktlichen Ebene. Die Adoption bezeichnet hierbei die Übernahme einer neuen Idee beispielsweise einer neuen Technologie auf Anwenderebene. Die Ausbreitung einer Innovation in einem sozialen System sowie über dessen Grenzen hinaus beschreibt die Diffusion. Somit greifen Adoptionstheorien und Diffusionstheorien ineinander über (Schuh und Klappert 2011, S.48; Hertel 2014, S.34f). Die OECD beschreibt dabei die Diffusion als “the central part of innovation“. Neben den Faktoren, die die Übernahme beeinflussen, untersuchen Diffusionstheorien darüber hinaus die Bedingungen des Wissenszugangs sowie die des Aufnahmevermögens potenzieller Adopter (OECD 2005, S.32).

Aufgrund der Verschiedenheit potenzieller Adopter in Bezug auf ihre charakterlichen Eigenschaften bzw. Persönlichkeitsmerkmale (Empathie, Intelligenz, Offenheit für Veränderungen, Risikobereitschaft), ihr Kommunikationsverhalten (Integration in soziale Netzwerke, Art der Informationsbeschaffung) sowie ihre sozioökonomischen Merkmale (Bildung, Einkommen) erfolgt die Übernahme einer Innovation häufig zu

unterschiedlichen Zeitpunkten und bewirkt somit einen dynamischen Diffusionsverlauf (Rogers 1962, S.148, 169ff; Schwaiger und Meyer 2009, S. 106–107; Popp et al. 2010, S.899). Rogers nimmt 1962 eine Kategorisierung verschiedener Adoptertypen in 5 Klassen vor. Diese Idealtypen unterscheiden sich im Grad ihrer Innovativität und somit der Geschwindigkeit der Adoption von Innovationen innerhalb eines sozialen Systems (Rogers 1983, S. 22, 245-250).

Die ersten im Verlauf des Adoptionsgeschehens sind die “Innovatoren“ (innovators), die die Rolle des Gatekeepers übernehmen (ebd.). Sie stellen eine Minderheit von etwa 2,5 % der Adopter dar (ebd.). Bezogen auf ihre Persönlichkeitsmerkmale sind sie vom Typ Abenteurer, Exot oder Kosmopolit und stellen somit eher den Außenseiter innerhalb ihres sozialen Systems dar (ebd.). Innovatoren haben eine hohe Innovationsbereitschaft und übernehmen neue Technologien oder Prozesse häufig, bereits bevor diese durch mehrfache Testverfahren und Überarbeitungsschleifen ausgereift sind. Nach Busse et al. sollen Pflanzenbauer Innovationen gegenüber besonders aufgeschlossen sein (Busse et al. 2014, S. 408). Den vergleichsweise hohen Unsicherheiten in der frühen Phase des Diffusionsprozesses begegnen sie mit einer hohen Risikobereitschaft und einer guten finanziellen Absicherung. Innovatoren besitzen einen hohen Bildungsstatus und die Fähigkeit, komplexe Prozesse schnell zu verstehen und umzusetzen (Rogers 1983, S. 245-250). Informationen suchen sie verstärkt aktiv über die unterschiedlichsten Kommunikationskanäle. Massenmedien wie Radio, Fernsehen und Zeitschriften stehen laut Rogers hierbei im Vordergrund. Soziale Kontakte bestehen dagegen vorrangig zu weiteren Innovatoren oder auch Teilnehmern anderer Netzwerke (ebd.; Häußling 2014, S. 318–319).

Die nächste Gruppe (13,5 %), die die Innovation adoptiert, ist die der “frühen Übernehmer“ (early adopters) (Rogers 1983). Die Unternehmer in dieser Gruppe haben einen hohen Status in dem sozialen System, innerhalb dem sie stark partizipieren, und vertreten dessen Normen und Werte (Rogers 2003, S. 26 f). Zudem verfügen frühe Übernehmer über einen hohen Bildungsstand, haben ein abstraktes Vorstellungsvermögen und besitzen hohes technisches Know-How (Rogers 1962, S. 169f). Da sie kontinuierlich das Geschehen am Markt und in der Forschung verfolgen, erkennen sie Probleme und neue Anforderungen rechtzeitig und können schnell reagieren. Hierbei greifen sie zum Teil aktiv in das Innovationsgeschehen ein, indem sie zum Teil auch selbstständig neue Verfahren entwickeln (Tidd und Bessant 2009, S.355ff).

Informationen beschaffen sie meist aktiv über Kanäle der Massenmedien und sind stets interessiert, sich weiterzubilden (Rogers 1983, S. 245f; Rogers 2003, S.362). Soziale Kontakte pflegen sie im hohen Maße und geben Informationen sowie ihre persönliche Einschätzung zu Innovationen an ihre Nachbarn weiter, womit sie Unsicherheiten und die Suchkosten der nachfolgenden Adopter reduzieren (Rogers 1983, S. 245f; Tidd und Bessant 2009, S.355ff). Häufig nehmen sie die Rolle der Meinungsführer (opinion leader) ein und können damit die Diffusion einer Innovation befördern, bremsen oder sogar aufhalten (gatekeeper) (Schwaiger und Meyer 2009, S. 106–107). Übernehmen sie die Innovation, folgt ein großer Teil an Nachahmern. Im Vergleich zu späteren Adoptern sind sie weltoffener, innovations- und risikofreudiger, spezialisierter hinsichtlich der Produktion, verfügen über eine große Betriebsfläche, haben eine gute finanzielle Basis und sind eher profit- als nachhaltigkeitsorientiert (Rogers 1962, S. 169f; Rogers 1983, S. 245f). Insgesamt nehmen sie eine bedeutende Rolle im Diffusionsprozess ein und sind wichtiger Ansprechpartner für Intermediäre und Change Agents. Rogers geht sogar davon aus, dass ab einer Adoptionsrate von 10-25 % die Diffusion der Innovation nicht mehr aufgehalten werden kann (Rogers 1983, S.245).

Die nächsten beiden Gruppen “frühe Mehrheit“ (early majority) und “späte Mehrheit“ (late majority) machen den Hauptanteil mit jeweils 34 % der Adopter aus. Die frühe Mehrheit zeichnet sich durch die hohe Frequenz ihres Kontaktes zu Nachbarn aus (Rogers 1962, S.170). Sie sind weniger risikofreudig und wägen gründlich alle Vor- und Nachteile bei der Übernahme einer Neuerung ab, bevor sie eine Entscheidung treffen (ebd.). Angehörige der späten Mehrheit werden als Skeptiker bezeichnet. Erst wenn der soziale und wirtschaftliche Druck zu stark erscheint, übernehmen auch sie die Innovation. Hierfür muss jedoch der Großteil der Teilnehmer im sozialen System die Neuerung bereits befürwortet bzw. übernommen haben (Rogers 1962, S. 169ff).

Zuletzt folgt die Gruppe der “Nachzügler“ (laggards) mit einem Anteil von 16 % aller Adopter. Sie gehören eher der höheren Altersgruppe an, sind ihrer Tradition sehr verbunden und führen eher eine Außenseiterposition im sozialen System (Rogers 1962, S.171). Ihre finanziellen Ressourcen sind häufig begrenzt, wodurch sie versuchen, jedes Risiko möglichst zu vermeiden. Eine Innovation übernehmen sie erst dann, wenn sich diese bereits etabliert hat und alle Unsicherheiten bezüglich einer Fehlentscheidung nahezu ausgeräumt sind. Oft verbreiten sich zu diesem Zeitpunkt bereits neue Formen der

Neuerung auf dem Markt (Rogers 1983, S. 250). Nach Lamb et al. beziehen sie ihre Informationen insbesondere durch benachbarte Unternehmen (Lamb et al. 2008, S. 5).

Rogers Adoptionskurve veranschaulicht die Übernahme von Innovationen durch die soeben beschriebenen Adoptertypen im Zeitverlauf anhand einer gleichmäßigen Streuung (siehe Abb. 4). Hierbei wird eine Normalverteilung angenommen, die die relative Häufigkeit der Adoption in einem bestimmten Zeitintervall skizziert (Göbel 2009, S. 7). Auf der Basis von Mittelwert und Standardabweichung legt Rogers die Grenzen der fünf idealisierten Adoptertypen fest. So trennt beispielsweise der Scheitelpunkt der Glockenkurve die frühe von der späten Mehrheit ab, während die Wendepunkte im Kurvenverlauf weitere Abgrenzungen der Adoptertypen markieren (ebd.; Trommsdorff und Steinhoff 2013, S. 52). Die Innovativität der Adopter steigt entsprechend der Abbildung von links nach rechts. Anzumerken ist jedoch, dass es sich hierbei um eine idealisierte Form der Klassifizierung handelt und die Grenzen zwischen den verschiedenen Adoptertypen in der Realität ineinander verschwimmen.

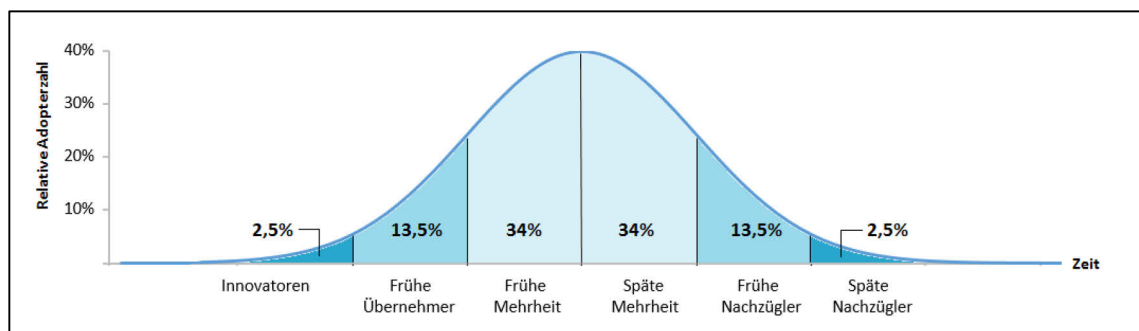


Abb. 4: Adoptionskurve<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh und Klappert 2011, S.49

Die kumulierte Form der Adoptionskurve entspricht der *Diffusionskurve* (siehe Abb. 5), die einen S-förmigen Verlauf zeigt (Rogers 1983, S. 23). Nachdem die frühen Übernehmer die Innovation angenommen haben, erfolgt ein starker Anstieg der Adoptionsrate innerhalb eines kurzen Zeitintervalls. Dieser flacht jedoch wieder ab,

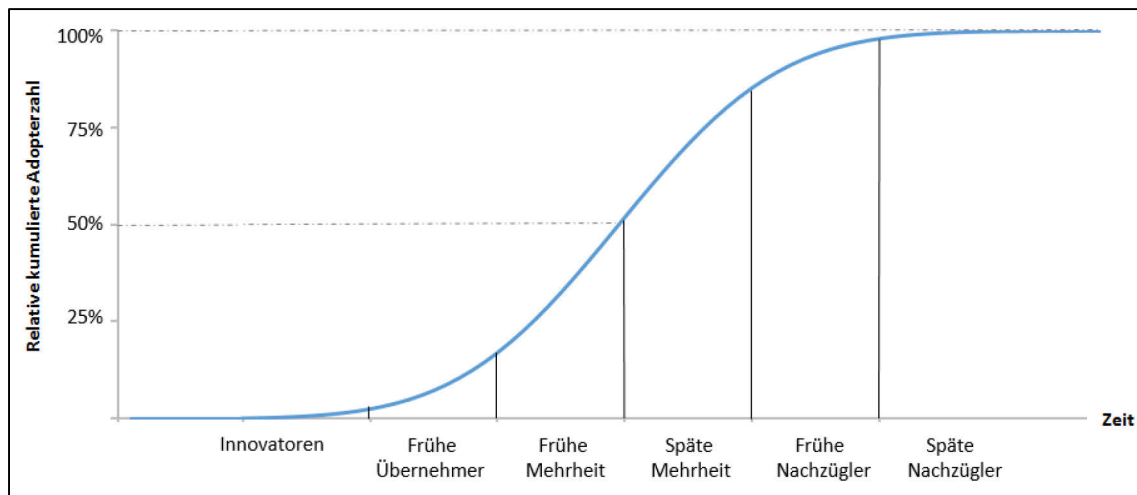


Abb. 5: Diffusionskurve<sup>2</sup>

nachdem die Hälfte aller potenziellen Adopter die Innovation übernommen haben. Eine Erklärung für den Verlauf der Diffusionskurve bieten zwei unterschiedliche Modelle. Das “heterogeneity“-Modell basiert auf der Verschiedenheit potenzieller Adopter. Hall (2004, S. 10–11) geht hier besonders auf die unterschiedlichen Erwartungshaltungen der Adopter bezüglich des monetären Vorteils einer Innovation ein, dessen Verteilung über die Adopter bei gleichbleibenden bzw. leicht sinkenden Kosten normalverteilt ist und ebenso eine S-förmige Diffusionskurve ergibt.

In einem zweiten Ansatz sind die Erwartungshaltungen der potenziellen Adopter gleich, jedoch erfahren sie von der Innovation zu unterschiedlichen Zeitpunkten über die Weitergabe von Wissen durch den Nachbarn, auch bekannt als Learning-, Epidemic- oder Bass-Modell (ebd.; Popp et al. 2010, S.900). Rogers beschreibt diese Art des Wissenstransfers als die Essenz des Diffusionsprozesses (Rogers 1962, S. 12–13). Kumuliert ergibt auch dieser Verlauf eine S-förmige Diffusionskurve.

Beide Modelle beschreiben wichtige Einflussfaktoren der Diffusion einer Innovation. Insbesondere aber die Verschiedenheit potenzieller Adopter soll nach einer Literaturrecherche von Popp et al. (2010) den stärksten Einfluss ausüben. Die Vereinigung der beiden Ansätze führt somit insgesamt zu einer genaueren Darstellung

der Diffusion (ebd.). Rogers (2003) stellt vier Hauptbestandteile des Diffusionsprozesses heraus:

- (1) die Innovation,
- (2) die Kommunikation,
- (3) die Zeit,
- (4) das soziale System.

Zusammenfassend beschreibt er die Diffusion als einen Prozess: „in which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of social systems” (ebd., S. 5f). Der Neuigkeitsaspekt einer *Innovation* beschränkt sich nach Rogers nicht allein auf das Wissen über die neue Idee selbst, sondern ebenso auf die Einstellung des Adopters zu der Neuerung. Hierbei hebt er besonders die innovationsbezogenen Faktoren wie den relativen Vorteil, die Kompatibilität, die Komplexität und die Erprobbarkeit der Innovation sowie die Beobachtbarkeit der Ergebnisse hervor, auf die noch in einem weiteren Abschnitt dieses Unterkapitel näher eingegangen wird (Rogers 1983, S.11 ff). In Abhängigkeit der Komplexität einer Innovation ist es möglich, dass eine Innovation von Adoptern noch während des Diffusionsprozesses an deren Anforderungen und Betriebsabläufe angepasst wird. Diesen Prozess namens “re-invention” beschreibt Rogers als: „the degree to which an innovation is changed or modified by a user in the process of its adoption and implementation” (ebd.).

Damit die Innovation überhaupt bekannt wird, muss ihre Existenz kommuniziert werden. Diffusion ist laut Rogers eine Art der *Kommunikation*, bei der die Information über eine neue Idee zwischen den Teilnehmern eines sozialen Systems weitergetragen wird (Rogers 2003, S.5f). Ziel ist, dass alle Mitglieder am Ende das gleiche Verständnis über die Innovation entwickeln. In der ersten Stufe des Diffusionsprozesses wird meist mittels “mass media channels“ die Kenntnis der Existenz einer Innovation bei potenziellen Adoptern generiert. Dies erfolgt unidirektional ausgehend von einem Sender zu einer breiten Masse an Empfängern (Massenkommunikation). In der zweiten Stufe folgt der interpersonelle Austausch, der nach Rogers maßgeblich zur Adoptionsentscheidung beiträgt. Hier unterscheidet er zwischen objektiver und subjektiver Beurteilung der Innovation. Die objektive Beurteilung findet insbesondere durch die frühen Übernehmer der Innovation statt. Diese treten verstärkt mit den Change Agents in Kontakt und holen Informationen auch aus der öffentlichen Forschung ein. Der größte Teil der getroffenen Adoptionsentscheidungen basiert jedoch auf einer subjektiven Bewertung. Hier



überwiegt der Kontakt zu direkten Berufskollegen, die bereits Erfahrung mit der betreffenden Innovation sammeln konnten (Rogers 1983, S.17f). Die Bedeutung der Massenkommunikationskanäle zu Beginn der Diffusion und die Dominanz der interpersonellen Kommunikation im Verlauf der Diffusion beschreibt das Bass-Modell aus dem Jahr 1969 (Rogers 1995). Beide Prozesse sind Teil der Individualkommunikation und verlaufen bidirektional (ebd.; Schwaiger und Meyer 2009, S.102ff). Das bedeutet, Rückkopplungen sind möglich und der Austausch ist umso effektiver bzw. die Adoptionsrate umso höher, je stärker die Beteiligten sich bezüglich ihrer charakterlichen und sozioökonomischen Eigenschaften sowie ihrer unternehmerischen Ausrichtung gleichen (Schwaiger und Meyer 2009, S. 102ff). Rogers (1983) spricht in diesem Zusammenhang auch vom sogenannten Homophilie-Prinzip. Dies wirft auch eines der großen Probleme in Diffusionsprozessen auf, denn zwischen Change Agents und potenziellen Adoptern besteht in der Regel nur wenig Ähnlichkeit (Rogers 1983, S. 18f). Kommunikation im Diffusionsprozess hat somit zum einen die Aufgabe, über die Innovation zu informieren (passiv/push) und zum anderen durch die Suche und Verarbeitung der Informationen (aktiv/pull) durch die potenziellen Adopter, Unsicherheiten über ihre Vor- und Nachteile abzubauen (Rogers 2003, S.14).

*Zeit* spielt nach Rogers innerhalb des Diffusionsprozesses in drei verschiedenen Dimensionen eine Rolle. Die erste Dimension beschreibt die Zeit, die vergeht, in der das einzelne Individuum von der Innovation in Kenntnis gesetzt wird bis hin zu ihrer Übernahme oder Ablehnung. Die zweite Dimension bezieht sich auf die Schnelligkeit der Adoption bzw. die Innovativität der unterschiedlichen Adoptertypen. Die Innovationsrate, die die Anzahl an Adoptern einer Innovation in einem definierten Zeitfenster widerspiegelt, stellt die dritte Dimension dar. Die Geschwindigkeit der Verbreitung ist dabei abhängig von der Art der Innovation und ihren Eigenschaften, von der Form des Wissenstransfers, der Beschaffenheit des sozialen Systems, den Bemühungen von Change Agents sowie auch der Art der Entscheidung, d.h. ob sie unter Einfluss dritter oder allein getroffen wurde (Rogers 1983, S.20, S.232-233). Auch Feder und Umali (1993) beschreiben die Diffusion als einen dynamischen Prozess, in dem sich im Zeitverlauf wichtige Faktoren wie das Wissen oder die Erfahrung verändern. Verzögerungen bei der Diffusion entstehen, wenn für die Übernahme von Innovationen innerbetriebliche Anpassungen und Schulungen erforderlich sind, oder die Verfügbarkeit der Innovation selbst begrenzt ist (Hofbauer und Sangl 2011, S.135; Bokelmann et al. 2012).

Der Rahmen, in dem sich Diffusionsprozesse abspielen, besteht aus einem Gefüge unterschiedlicher Akteure mit unterschiedlichen Funktionen, die aber alle dasselbe Ziel verfolgen, die Lösung eines gemeinsamen Problems (Rogers 1962, S.14). Das Verhalten der Mitglieder in solch einem *sozialen Gefüge* wird bestimmt durch dessen Struktur und Normen. Die Struktur wird dabei durch die Anzahl der Mitglieder, deren Positionen und Funktionen sowie den Austauschbeziehungen zwischen ihnen charakterisiert. Je enger ein Netzwerk gestrickt ist, je mehr Akteure in ihm beteiligt sind und je homophiler die Akteure sind, desto höher ist die Diffusionsrate (Schwaiger und Meyer 2009, S. 107–108). Ein stabiles soziales Gefüge wirkt im Rahmen von Diffusionsprozessen risikomildernd und lässt gewisse Vorhersagen bezüglich des Innovationsverhaltens treffen. Die Richtung des Innovationsverhaltens kann dabei durch Normen innerhalb des sozialen Systems beeinflusst werden. Normen sind dabei auf unterschiedlichen Ebenen zu finden, unter anderem auf der nationalen und kommunalen Ebene sowie auf Ebene des Unternehmens selbst (Rogers 1983, S. 24ff).

Weitere Einflussfaktoren auf die Diffusion von Innovationen innerhalb eines sozialen Systems sind Schlüsselakteure wie Change Agents, Meinungsführer und der soziale Druck. Letzterer nimmt zu, je mehr Akteure eine Adoption übernommen haben. Change Agents sind meist Experten aus Forschung und Industrie, die erste Informationen über die Existenz von Innovationen in ein System hineintragen, mit dem Ziel, dass sich diese Neuerungen am Markt durchsetzen. Hierfür nutzen sie häufig den Einfluss von Meinungsführern in einem sozialen System, indem sie diese als Erste von der Innovation überzeugen. Diese fungieren dann als Sprachrohr und beeinflussen andere Akteure in ihrer Einstellung und ihrem Verhalten bezüglich der Innovation (Rogers 1983, S. 27f).

### 2.2.1 Phasenmodelle des Innovation-Entscheidungs-Prozesses

Der Adoptionsprozess oder auch Innovation-Entscheidungs-Prozess beschreibt den Vorgang, beginnend mit dem Zeitpunkt, ab dem ein Individuum von einer Innovation erfährt, bis zu dem Punkt, an dem es seine Entscheidung (Implementation oder Ablehnung der Innovation) ex post bewertet. Anders als beim Diffusionsprozess, indem die Bezugsbasis soziale Systeme sind, gilt hier der einzelne potenzielle Adopter als Basis. Der Adoptionsprozess unterteilt sich in verschiedene Phasen. Coleman et al. stellten 1955 ein fünfstufiges Phasenmodell dieses **Akzeptanzprozesses** auf (siehe Abb. 6).



**Abb. 6:** Phasen des Akzeptanzprozesses<sup>3</sup>

In der ersten Phase der (1) *Bewusstseinsphase* (awareness) erhält ein potenzieller Adopter die Information über eine Innovation, aber noch keine genaue Kenntnis darüber. Diese Information stammt in der Regel von unpersönlichen Quellen außerhalb seines sozialen Systems. Wenn das (2) *Interesse* (interest) geweckt wurde, sucht der potenzielle Adopter aktiv nach weiteren Informationen, um Vor- und Nachteile der Neuerung für sich abwägen zu können. Hierfür werden persönliche Informationskanäle auf lokaler Ebene aktiviert. Die (3) *Bewertung* (evaluation) erfolgt dann in der dritten Phase. An dieser Stelle fällt beispielsweise die Entscheidung, die Innovation zu testen. Die (4) *Versuchsphase* (trial) findet in einem kleinen Rahmen statt. Es wird beispielsweise überprüft, wie die Innovation in die bestehenden Betriebsabläufe eingebunden werden kann und welche Aufwendungen und Erträge tatsächlich für den potenziellen Adopter anfallen würden. Bei einem positiven Ergebnis wird die Innovation in der Regel (5) dauerhaft übernommen (Coleman et al. 1955, S.3f; Rogers 1962, S.312). Nach Rogers wirken sich in der zweiten Phase insbesondere die kognitive Einstellungskomponente (mentale Prozesse), in der dritten Phase die affektive Einstellungskomponente (emotionale Prozesse) und in der vierten und fünften die konative Einstellungskomponente (Verhaltensabsicht) aus (Rogers 1962, S.77ff).

Die meiste Kritik, die an dem fünfstufigen Modell von Coleman et al. geäußert wurde, bezieht sich auf das Ende dieses Adoptionsprozesses, das ausschließlich mit der Adoption der Innovation endet. Doch ist dies in der Realität nur selten der Fall. Eine Ablehnung der Innovation, die an jedem Punkt des Prozesses erfolgen kann, wird in diesem Modell nicht betrachtet. Auch wird angemerkt, dass die Anzahl der Phasen eines Innovationsprozesses nicht immer gleich ist, da einzelne Phasen mitunter übersprungen werden. So beispielsweise die Versuchsphase, die bei einer Dauerkultur sehr zeitaufwendig wäre. Auch die Bewertung der Innovation sollte nicht nur auf eine Phase beschränkt werden. Diese findet nach Rogers und Shoemaker (1971, S.101ff) während des gesamten Prozesses statt.

<sup>3</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Coleman et al. 1955, S.3f

Rogers und Shoemaker stellten 1971 ein vierstufiges Phasenmodell namens “Innovation-Entscheidungs-Prozess” auf. Die vier Phasen gliedern sich hier in (1) die *Wissensphase* (knowledge), (2) die *Meinungsbildungsphase* (persuasion), (3) die *Entscheidungsphase* (decision) und (4) die *Bestätigungsphase* (confirmation). Zudem werden in diesem Modell neben dem Fall der Adoption auch die Möglichkeit der Ablehnung berücksichtigt. Des Weiteren wird betrachtet, dass auch nach einer Übernahme die Innovation wieder abgelehnt werden kann und entsprechend anders herum, dass nach einer Ablehnung eine Adoption erfolgen kann. Ein weiterer Fokus liegt auf den Einflussfaktoren, die auf den Innovation-Entscheidungs-Prozess und seinen einzelnen Phasen wirken. Dies sind zum einen die adopterspezifischen Variablen, wie charakterliche Eigenschaften des potenziellen Adopters (Innovationsfreudigkeit, Weltoffenheit) sowie seine Problemwahrnehmung. Zum anderen sind es Faktoren des sozialen Systems wie Normen und die Kommunikationsintegration (Rogers und Shoemaker 1971, S.101ff). Der Fokus der Überlegungen eines potenziellen Adopters in der Überzeugungsphase soll beispielsweise auf den wahrgenommenen Eigenschaften der Innovation wie dem relativen Vorteil liegen (ebd.).

Das Vier-Phasen-Modell ergänzt Rogers 1983 um eine fünfte Phase, die Implementation der Neuerung (siehe Abb. 7). Anders als in der Bewusstseinsphase nach Coleman et al. (1955) beinhaltet die (1) *Wissensphase* neben dem Bewusstwerden der Existenz einer Innovation bereits das Wissen um deren Funktion und Beschaffenheit insbesondere

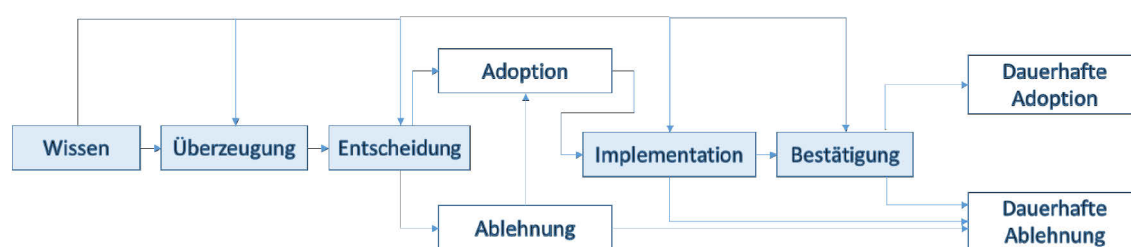


Abb. 7: 5-Phasenmodell des Innovationsentscheidungsprozess<sup>4</sup>

bezüglich der Komplexität und Kompatibilität (Rogers und Shoemaker 1971, S.160). In diesem Stadium des Innovations-Entscheidungs-prozesses haben besonders die Charakteristika des Entscheiders einen starken Einfluss auf den teils aktiven und teils passiven Wissenserwerb (Sattler 2008, S. 25; Mann 2009, S. 104–105; Arnold und Klee 2016, S. 10–12). Hierunter zählen sozioökonomische Eigenschaften, wie das Bildungs-

<sup>4</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Rogers 1983, S.3f

niveau und der soziale Status, charakterliche Grundzüge, wie die Einstellung zu Veränderungen und das Risikoverhalten, sowie das Kommunikationsverhalten im sozialen Netzwerk. Die “early knowers“ besitzen in diesem Zusammenhang im Gegensatz zu den “late knowers“ eine höhere Bildung, einen höheren sozialen Status, sind innovationsfreudiger und nutzen neben den interpersonellen Kommunikationskanälen verstärkt Massenmedien für ihre Informationssuche (Rogers 1983, S. 79).

In der nächsten Stufe der (2) *Überzeugungsphase* bildet der potenzielle Adopter eine Meinung bezüglich der Innovation. Es werden weiter aktiv Informationen erhoben, die dem Adopter die Möglichkeit geben, die Vor- und Nachteile der betreffenden Innovation zu bewerten und Unsicherheiten abzubauen. Interpersonelle und lokale Kommunikationskanäle sind in dieser Phase besonders von Bedeutung. Von den innovationsbezogenen Eigenschaften kommen insbesondere der relative Vorteil und die Beobachtbarkeit der Ergebnisse bei der Einstellungsbildung zum Tragen (Rogers und Shoemaker 1971, S.160, S.255ff; Rogers 2003, S.21, S.175f).

Auf der nächsten Stufe der (3) *Entscheidungsphase* wird die erste Entscheidung bezüglich der Übernahme oder Ablehnung der Innovation getroffen. Dieser Entschluss kann aber zu einem späteren Zeitpunkt, bis zu dem der Adopter bzw. Nicht-Adopter mehr Erfahrung und Expertise sammeln konnte, wieder revidiert werden. Somit ist auch die Erprobbarkeit der Innovation in dieser Phase am stärksten von Relevanz (Rogers und Shoemaker 1971, S.160; Rogers 2003). Aufgrund traditioneller Gewohnheiten, unvollständiger Informationen und der Unsicherheit über die Auswirkungen der Übernahme werden die meisten Innovationen jedoch abgelehnt. In diesem Fall wird häufig an dem für sicher erachteten, sich bewährten Status Quo festgehalten, in der Forschung auch als Pfadabhängigkeit beschrieben (König 2005, S.22; Langert 2007, S.108). Bei einer positiven Einstellung und Entscheidung für die Neuerung wird diese im Rahmen der vierten Phase umgesetzt.

Während der (4) *Implementation* sucht der Adopter aktiv nach Informationen, um die neuen Technologien oder Verfahren schnellst- und bestmöglich in die bestehenden Betriebsabläufe zu integrieren (Rogers 1983, S.174). Innovations-Intermediäre können hierbei eine wichtige Rolle einnehmen (ebd.). In dieser Phase kann es gelegentlich auch zu Anpassungen und sogar zu Verbesserungen der Innovation (re-invention) durch den Adopter kommen (Rogers 1983, S.174f). Je nach Ausstattung und Kapazitäten des Adopters werden auch vereinzelt nur Bestandteile einer Innovation übernommen. Zudem

können sich bereits während der Umsetzung Probleme ergeben, die vorher nicht bekannt waren. Dies können beispielsweise auch logistische Probleme bei der Beschaffung der neuen Produkte sein, die zu einer Verzögerung oder gar zu einem Abbruch der Übernahme führen können (Rogers 1983, S.174f).

Nach erfolgreicher Integration der Neuerungen durch den Adopter schließt sich die (5) *Bestätigungsphase* an. Auch hier sucht der Adopter noch aktiv nach Informationen, die ihm in seiner Entscheidung bestärken sollen (Rogers 2003, S.20). Dabei wird der erwartete mit dem tatsächlichen Nutzen verglichen. Weichen diese Ergebnisse zu stark voneinander ab, kann es in der Konsequenz zu einer nachträglichen Ablehnung der Innovation kommen. Fällt die Überprüfung positiv aus, kann dies wiederum zu einer dauerhaften Adoption der Innovation führen.

Wie es das Ziel eines jeden Modells ist, versuchen auch die Modelle von Coleman et al. (1955) und Rogers (1983) eine möglichst realitätsgetreue Vereinfachung des Innovationsprozesses abzubilden. Ein linearer Verlauf, der alle Phasen einschließt, ist in der Realität nicht immer gegeben. Oft werden Phasen übersprungen, wiederholt, oder gar der komplette Prozess abgebrochen. Zudem kann ein solcher Prozess nach Rogers auch nie als abgeschlossen gelten, da jederzeit neue Akteure das soziale System betreten können (Rogers 1962, S. 165).

### 2.2.2 Adoptionsfaktoren

Die Innovations- und Akzeptanzforschung haben zum Ziel, Einflussfaktoren zu untersuchen, die das Verhalten bzw. die Verhaltensabsicht eines potenziellen Adopters bezüglich der Übernahme einer Innovation bestimmen. Hierbei werden speziell die Einflussstärke und -richtung in Augenschein genommen sowie die Beziehung der Faktoren untereinander. Die Verhaltensabsicht stellt die abhängige Variable dar, die von den erklärenden unabhängigen Variablen bestimmt wird. Letztere können in Anbetracht des Innovationsobjekts, der Innovationsumgebung sowie der potenziellen Nutzer sehr unterschiedlich sein. In erster Linie wird zwischen den äußeren und inneren Einflussfaktoren differenziert. Die innovations-, umfeld- sowie umweltbezogenen Faktoren umfassen die äußeren Einflüsse, die adopter- und unternehmensbezogenen Faktoren die inneren Einflüsse (Wejnert 2002, S. 298–299) (siehe Abb. 8).

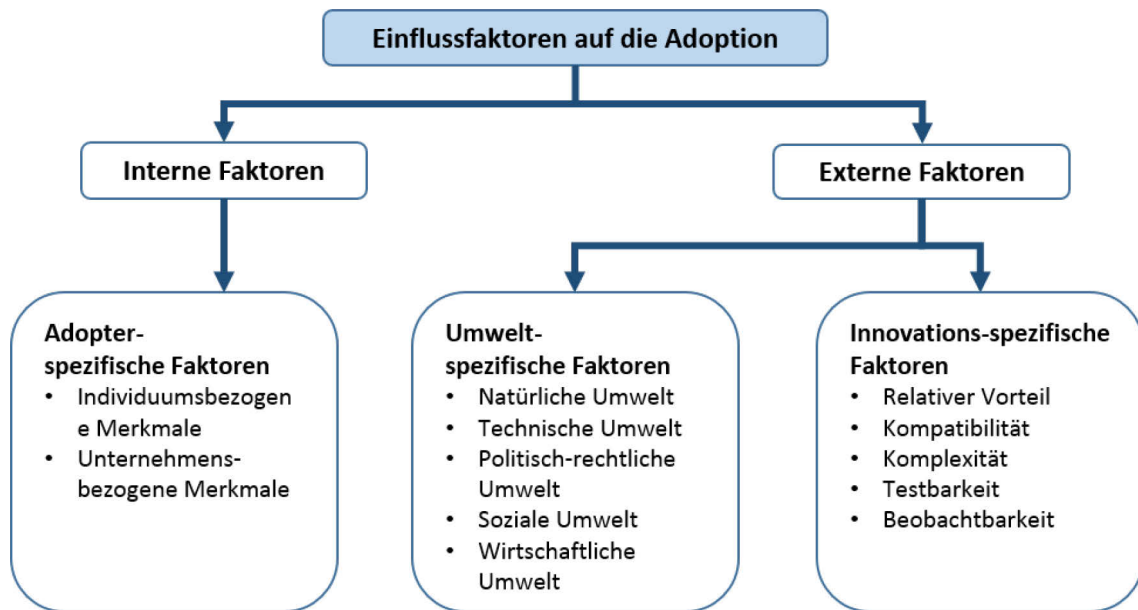


Abb. 8: Klassifizierung der Adoptionsfaktoren<sup>5</sup>

Zu den innovationsbezogenen oder auch produktbezogenen Determinanten zählen im Besonderen die fünf Einflussfaktoren relativer Vorteil, Komplexität, Kompatibilität, Erprobbarkeit und Beobachtbarkeit nach Rogers (1983). Sozioökonomische Variablen wie die Bildung, die Erfahrung, der sozialer Status und das Alter, sowie charakterliche Eigenschaften wie die Innovationsfreudigkeit und die Risikobereitschaft sind Teil der persönlichen Attribute und als adopterbezogene Faktoren definiert. Zu den unternehmensbezogenen Faktoren gehören Attribute, wie die Betriebsgröße und die Ressourcenausstattung (Betriebs- und Pachtflächen, technische Ausstattung, Mitarbeiter und Betriebsmittel), das Unternehmensleitbild und die zukünftigen Perspektiven des Unternehmens. Einflüsse des Umfeldes (umwelt-/umfeldbezogene Faktoren) ergeben sich insbesondere aus den institutionellen Rahmenbedingungen, von Seiten des sozialen Netzes sowie den örtlichen, regionalen und klimatischen Gegebenheiten. Vereinzelt werden diese drei Kategorien in anderen Arbeiten weiter aufgegliedert. Blazy et al. (2008) bildeten auf Grundlage eines Literaturreviews von Studien zum Thema Innovationsübernahme in der Landwirtschaft insgesamt 5 Kategorien:

- soziodemografische Eigenschaften des Bauern und persönliche Einstellung,
- Farmstruktur und technologische Beschränkungen,
- geografisches, institutionelles und soziales Umfeld; später (2010) biophysikalisches Umfeld,

<sup>5</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh und Klappert 2011, S. 50

- Eigenschaften der Innovation,
- Politik- und Marktattribute (Blazy et al. 2008, S. 7; Blazy et al. 2010, S.3).

Eine ähnliche Aufteilung nahmen auch, wie in der Einleitung bereits beschrieben, Tey und Brindal (2012) mit ihren sieben Kategorien von Einflussfaktoren (sozioökonomische, agro-ökologische, institutionelle, informationelle, verhaltensbasierte und technologische Faktoren, Wahrnehmung des Bauern) vor. Bei der Kategorisierung wird deutlich, dass auch hier neben objektiven Entscheidungskriterien auch subjektive Faktoren die Adoptionsentscheidung beeinflussen sollen. Nach Rogers (2003, S.18f) wiegt beispielsweise der Einfluss nachbarschaftlichen Verhaltens bei der Mehrheit der Adopter stärker als wissenschaftlich belegte Fakten über die Auswirkungen der Übernahme einer Innovation. Häufig kann auch festgestellt werden, dass die Entscheidung zur Adoption oder Ablehnung einer Innovation nicht nach der Prämisse des perfekt rational agierenden Individuums erfolgt (Schwaiger und Meyer 2009, 169 ff). Prager und Posthumus beschreiben (2010), dass wissenschaftlich nicht erwiesen ist, ob ökonomische oder soziale Faktoren den stärkeren Einfluss haben. Auch sie gehen von einem Zusammenspiel persönlicher, soziokultureller, ökonomischer, institutioneller und externer Parameter aus, die die Entscheidung für ein bestimmtes Verhalten beeinflussen (Prager und Posthumus 2010, S.16). Auch in Abhängigkeit der betrachteten Region können aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen die Faktoren gänzlich anders wiegen (Feder und Umali 1993, i). Bezogen auf den Misserfolg von Innovationen unterscheiden Van den Ban und Hawkins (1996: 101f) zwei Fälle. Zum einen wird das Scheitern den persönlichen Eigenschaften des potenziellen Adopters, wie seiner Innovationsneigung oder seinem Kommunikationsverhalten, zugeschrieben (individual-blame-hypothesis). Andererseits können ebenso äußere Rahmenbedingungen eine Ablehnung der Innovation bewirken (system-blame-hypothesis) (ebd.).

### 2.2.2.1 Produktbezogene Faktoren

Hauptaugenmerk zur Beurteilung des Adoptionserfolges und der Adoptions-geschwindigkeit unterschiedlicher Innovationen liegt im Rahmen der klassischen Diffusionstheorie auf den Eigenschaften der Innovation selbst (Mann 2009; Aubert et al. 2012b, S. 512). Rogers betont, dass aber nicht die objektive Bewertung der von ihm gelisteten fünf innovationsspezifischen Faktoren von Relevanz ist, sondern ihre



subjektive Wahrnehmung durch den potenziellen Adopter (Rogers 1962, S. 124–133; Bokelmann und König 2015, S.27). Pignatti et al. bestätigen im Jahr 2015 Rogers These, dass die Faktoren in Abhängigkeit zum Zeitpunkt des Entscheidungsprozesses von unterschiedlicher Bedeutung sind. Vergleichbar mit den Erkenntnissen von Rogers und Shoemaker (1971; 2003) zeigt ihre Untersuchung, dass in den ersten Phasen der Entscheidungsfindung die funktionellen Parameter der Innovation, wie die Nutzerfreundlichkeit, Kompatibilität und Flexibilität am stärksten wiegen. In den letzten Stufen, nach der ersten Versuchsphase und nach Analyse des Kosten-Nutzenverhältnisses, sind es eher Parameter wie die Wirksamkeit, Beobachtbarkeit und der relative Vorteil der jeweiligen Innovation (Pignatti et al. 2015).

Rogers beschreibt den *relativen Vorteil* im Jahr 1962 als: „the degree to which an innovation is superior to ideas it supersedes“. Dieses Konstrukt definiert sich zum einen aus ökonomischen Parametern, wie einer besseren Profitabilität durch höhere Erträge, einer Kostenreduktion aufgrund von Ressourceneinsparungen (Arbeitszeit, Pflanzenschutzmittel) sowie den damit verbundenen Einkommenssteigerungen. Zum anderen spielen aber auch nichtökonomische Parameter wie soziale Aspekte (Statusgewinn, Prestige), eine etwaige Arbeitserleichterung oder die Zufriedenheit eine Rolle (Rogers 1962, S. 124–133; Rogers 1983, 15–16, 213). Einfluss hierauf nehmen insbesondere Wesensmerkmale des Entscheiders und seine Wahrnehmung der Ausprägung einzelner Parameter (Rogers 1983, 15–16, 213). Die bei einer Adoption anfallenden Kosten lassen sich in direkte Kosten (Anschaffungspreis) und indirekte Kosten unterteilen, bestehend aus monetären und nicht monetären Größen. Dabei gehören zu den indirekten Kosten, neben den Anpassungskosten neuer Produktionsverfahren, auch Aufwendungen bezüglich der Schulung von Anwendern sowie nicht bezifferbarer Kosten externer Effekte (Wejnert 2002, S. 301; Hall 2004, S. 17–18). Bei einer hohen Kompatibilität mit dem gegenwärtigen Produktionssystem fallen nur geringe Anpassungskosten an. Unsicherheiten aufgrund irreversibler Kosten der Einführung neuer Verfahren sowie unbekannter Erfolgsaussichten wirken sich besonders negativ auf die Adoptionsentscheidung aus (König 2005, S.52-54). Das bedeutet, je höher der wahrgenommene relative Vorteil wiegt, desto eher wird die Innovation vom potenziellen Adopter übernommen. Je besser die Kosten und der Nutzen vom potenziellen Adopter nachvollzogen werden können, desto eher ist er bereit, die Innovation zu übernehmen (Bokelmann et al. 2012, S.104). Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass der Zugang oder die Verfügbarkeit der Innovation gewährleistet ist.

Für die vorliegende Akzeptanzstudie des Einsatzes von Mikroorganismen gegen Bodenmüdigkeit lassen sich somit erste Hypothesen ableiten:

**Hypothese 1.1: Je höher der geschätzte relative Vorteil des Einsatzes von Mikroorganismen, desto höher die wahrgenommene Nützlichkeit.**

**Hypothese 1.2: Je höher der geschätzte relative Vorteil des Einsatzes von Mikroorganismen, desto wahrscheinlicher ist die Adoptionsabsicht der Innovation.**

Die mit dem relativen Vorteil häufig im Zusammenhang stehende *Kompatibilität* vereinigt verschiedene Dimensionen miteinander. Rogers (1962 & 1983) verweist zum einen auf die personelle Dimension, die die Wertvorstellungen, Bedürfnisse und Fähigkeiten des potenziellen Adopters sowie seine bereits vorhandenen Erfahrungen mit ähnlichen Verfahren umfasst. Zum anderen betont er den Einfluss der sozialen Dimension, die die Normen und Werte seines sozialen Umfeldes einschließt (Rogers 1962, S. 124–133). Stehen diese nicht im Einklang miteinander, oder sind Gesetzesänderungen zu erwarten, die die rechtlichen Rahmenbedingungen der Innovation verändern und nachteilig beeinflussen, wirkt sich dies negativ auf die Übernahmeentscheidung aus. Pignatti et al. (2015) wiesen darauf hin, dass in den letzten Jahrzehnten häufig an der Praxis vorbeientwickelt wurde und die tatsächlichen Bedürfnisse der Landwirte von der agrarindustriellen Forschung bei der Entwicklung neuer Innovationen nicht immer Berücksichtigung fanden. Darüber hinaus spielt die Dimension der technischen und organisatorischen Umsetzbarkeit eine bedeutende Rolle. So befördert eine einfache Integration von Innovationen in die betriebseigenen Arbeits- und Verfahrensabläufe deren Übernahme. Müssen dagegen Arbeitsprozesse umgestellt werden, kommen neue Arbeitsschritte hinzu oder sind zusätzliche Investitionen in technische Ausstattung erforderlich, wirkt sich dies innovationshemmend aus. Somit nehmen nicht nur adopter- und unternehmensbezogene, sondern auch umfeldbezogene Parameter auf produktbezogene Faktoren, wie der geschätzten Kompatibilität, bedeutenden Einfluss. Somit können auch hier Hypothesen zum Einfluss der

Kompatibilität auf die Akzeptanz des Mikroorganismeneinsatzes wie folgt abgeleitet werden.

**Hypothese 2.1: Je höher die geschätzte Kompatibilität des Einsatzes von Mikroorganismen, desto höher die wahrgenommene Nützlichkeit.**

**Hypothese 2.2: Je höher die geschätzte Kompatibilität des Einsatzes von Mikroorganismen, desto wahrscheinlicher ist die Adoptionsabsicht der Innovation.**

**Hypothese 2.3: Je höher die geschätzte Kompatibilität des Einsatzes von Mikroorganismen, desto höher die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung.**

Nicht zuletzt wird auch an dieser Stelle der systemische Charakter von einigen Innovationen deutlich. Das Überlappen äußerer und innerer Faktorebenen zeigt, dass sich hierdurch häufig keine trennscharfen Grenzen ziehen lassen. Ebenso eng verwoben mit den adopterbezogenen Faktoren ist der Grad der empfundenen *Komplexität* einer Innovation. Dieser ist abhängig von dem vorhandenen Wissen, den Erfahrungen, der Lernbereitschaft und Aufnahmefähigkeit eines potenziellen Adopters. Je höher das Humankapital des Einzelnen, desto weniger komplex nimmt er die Neuerung wahr. Rogers definiert die Komplexität als den wahrgenommenen Schwierigkeitsgrad des Verstehens und der Nutzung einer Innovation (Rogers 1962, S.124-133). Fällt der Komplexitätsgrad insgesamt hoch aus, führt dies zu höheren Suchkosten der Informationsbeschaffung (Transaktionskosten) und verlängert damit die Meinungsbildungsphase. Der Zeitaufwand, die Unsicherheit über ein unbekanntes Verfahren und das damit verbundene Risiko steigen mit zunehmenden Komplexitätsgrad und führen ab einer gewissen Schwelle zur Ablehnung einer Innovation.

**Hypothese 3.1: Je geringer die Komplexität des Einsatzes von Mikroorganismen wahrgenommen wird, desto höher die wahrgenommene Nützlichkeit.**

**Hypothese 3.2: Je geringer die Komplexität des Einsatzes von Mikroorganismen wahrgenommen wird, desto wahrscheinlicher ist die Adoptionsabsicht der Innovation.**

**Hypothese 3.3: Je geringer die Komplexität des Einsatzes von Mikroorganismen wahrgenommen wird, desto höher die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung.**

Das beste Mittel, um Unsicherheiten zu reduzieren und damit das Risiko der Adoption auf ein geringes Maß zu begrenzen, ist das Ausprobieren bzw. die *Erprobbarkeit* der Innovation (Rogers 2003). Im Jahr 1962 von Rogers noch als Teilbarkeit (divisibility) definiert, stellt sie den Grad dar, zu dem eine Innovation im begrenzten Umfang getestet werden kann (Rogers 1962, S. 124–133). Auch wenn dieser Schritt die Entscheidungsphase verlängert, führt eine erfolgreiche Testphase häufig zur vollständigen Übernahme des neuen Verfahrens. Auch bei Erhalt vollständiger Informationen und Beratung ist es für eine gewisse Gruppe potenzieller Adopter erforderlich, eigene Erfahrungen in Form von Praxisversuchen in kleinem Maßstab zu sammeln, bevor sie die Innovation komplett übernehmen. Wie zuvor beschrieben, liegt auch hier der Vorteil darin, dass beispielsweise die Erprobung von Produktinnovationen in der Praxis Rückkopplungen in Form eines Erfahrungsaustausches mit den Anwendern zulässt, wodurch Verbesserungspotenziale aufgezeigt werden können. Darüber hinaus vermag die Übernahme durch “early adopter“ und Meinungsführer sowie die Weitergabe ihrer Erfahrungen an Berufskollegen, die Akzeptanz der Innovation in der Region zu steigern (Tidd und Bessant 2009, S. 355–357).

**Hypothese 4: Je eher die Möglichkeit besteht, den Einsatz von Mikroorganismen im Voraus in kleinerem Umfang erfolgreich zu testen, desto wahrscheinlicher ist die Adoptionsabsicht der Innovation.**

Unter Umständen kann die Beobachtung des Einsatzes der Innovation bei Berufskollegen und der Austausch mit diesen sowie der Besuch von Versuchsfeldern wissenschaftlicher Einrichtungen die eigene Erprobung ersetzen (Rogers 2003, S.177). Eine räumliche Nähe ist hierbei von Vorteil. Diese Form der Kommunizierbarkeit der Ergebnisse (Rogers 1962), später als Beobachtbarkeit ausgewiesen (Rogers 1983), beschreibt den Diffusionsgrad bzw. den Grad der Sichtbarkeit der Ergebnisse für andere potenzielle Adopter (Rogers 1962, S. 124–133). Wie bereits beschrieben, baut auch die Sichtbarkeit der Erfolge neuer Produktionsverfahren Unsicherheiten sowie Risiken bei potenziellen Adoptern ab und erhöht somit die Akzeptanz und Übernahme der Verfahren. Neben der Beobachtbarkeit müssen die Ergebnisse sowie die Verfahrensschritte nachvollziehbar sein, damit diese auf die eigenen betrieblichen Verfahrensabläufe übertragen werden und so zu vergleichbaren Ergebnissen führen können.

**Hypothese 5: Je besser die Beobachtbarkeit eines erfolgreichen Einsatzes von Mikroorganismen, desto höher die Absicht der Übernahme im eigenen Betrieb.**

#### 2.2.2.2 Adopter- und unternehmensbezogene Faktoren

Neben den produktbezogenen Faktoren wirken im Besonderen auch adopterspezifische Einflüsse auf die Akzeptanz von Innovationen. Diese lassen sich zunächst in personen- und unternehmensbezogene Faktoren unterscheiden. Entsprechend der Beschreibung der Adoptertypen unterteilt Mann (2009: S.109f) die personenbezogenen Merkmale in die Kategorien sozioökonomische Eigenschaften, Persönlichkeitsmerkmale und individuelles Kommunikationsverhalten. Hierbei zählt er die soziodemografischen Faktoren, wie das Alter und das Geschlecht, zu den sozioökonomischen Variablen. Diese beschreiben im Besonderen die Ausbildung, das Einkommen, das Vermögen und den sozialen Status eines potenziellen Adopters. Nach Rogers und Shoemaker (1971) sowie Pignatti et al. (2015) spielen diese Faktoren besonders zu Beginn des Entscheidungsprozesses eine größere Rolle.

Die Bedeutung des Alters als Einflussfaktor auf die Akzeptanz von Innovationen konnte bereits in einigen Studien nachgewiesen werden (Roberts et al. 2004; Larson et al. 2008; Schulze und Spiller 2010; Gebrezgabher et al. 2015; Pignatti et al. 2015). Hier wird

insbesondere jüngeren Landwirten aufgrund ihres längeren Planungshorizonts sowie ihres aktuellen Wissenstands, ein höheres Interesse an neuen Technologien zugeschrieben. Arens et al. (2011) stellen zudem heraus, dass mit zunehmenden Alter des potenziellen Adopters die Fähigkeit, komplexe Informationen zu verarbeiten, nachlässt. Aubert et al. (2012) konnten diesen Zusammenhang nicht bestätigen. Auch Borges et al. (2017) relativiert die Abhängigkeit der Affinität zu neuen Technologien bezogen auf das Alter. Bei einem möglichen Einfluss des Bildungsniveaus auf die Adoptionsabsicht scheint es bei den vorausgegangenen Untersuchungen einen höheren Konsens zu geben. Insgesamt soll sich eine höhere Bildung positiv auf die Adoption auswirken (Adrian et al. 2005; Larson et al. 2008; Aubert et al. 2012; Borges et al. 2017). Ein höherer Status in der Gesellschaft und im sozialen Netzwerk soll für den Fall, dass die Innovation konform zu bestehenden Normen und Werten ist, ebenfalls adoptionsfördernd wirken (Wejnert 2002).

Die vorliegende Studie wird sich im Folgenden auf das *Know-How*, eine weitere personenbezogene Variable des potenziellen Adopters konzentrieren. Auch als Humankapital beschrieben, umfasst es die im Laufe der beruflichen Laufbahn erworbenen Erfahrungen und Fähigkeiten sowie die Aneignung von Wissen (Tippelt und Schmidt 2010, S.102). Nach Feder und Umali (1993, S.1) sowie Pignatti et al. (2015, S.77) wirkt sich dieses ebenfalls auf die Adoptionsentscheidung und die Diffusionsgeschwindigkeit aus. Zum Know-How gehören neben den Erfahrungen der Übernahme vorausgegangener Innovationen auch der Grad des allgemeinen technologischen Verständnisses des potenziellen Adopters, aber ebenso seine Fähigkeiten, sich Wissen anzueignen.

**Hypothese 6: Je höher das Know-How des potenziellen Adopters, desto höher die Wahrscheinlichkeit der Übernahmeabsicht.**

Die Wissensaneignung wird wiederum von dem Kommunikationsverhalten des potenziellen Adopters beeinflusst, das sich aus der Aufgeschlossenheit und Kontaktbereitschaft des einzelnen Individuums ergibt. Vorrangiges Ziel ist es, Unsicherheiten noch vor der Adoption zu reduzieren oder komplett auszuräumen. Hierfür werden Informationen innerhalb der Überzeugungsphase des Innovation-Entscheidungs-Prozesses gesammelt und ausgewertet. Die Länge dieser Phase ist wiederum abhängig von der Risikoeinstellung des potenziellen Adopters. Aufgrund der langfristigen

Planungshorizonte bei der Dauerkultur Apfel ist die Unsicherheit bezüglich der Übernahme einer Innovation, wie die Umstellung auf neue Unterlagen, besonders hoch einzuschätzen (Röhrig und Hardeweg 2015, S. 261), was wiederum zu einem gesteigerten Informations-Suchverhalten führen kann. Weitere Parameter des Kommunikationsverhaltens stellen die Art der genutzten Informationskanäle sowie die Frequenz ihrer Nutzung dar. Hierzu gehören unter anderem der Kontakt mit öffentlichen und privaten Beratungseinrichtungen, die Zugehörigkeit und Teilnahme an Veranstaltungen von Berufsverbänden und sozialen sowie beruflichen Netzwerken bis hin zur Partizipation an öffentlichen Forschungsprojekten (Blazy et al. 2008, S. 8–9). Besonders aber stellt der Kontakt zwischen den Landwirten einen wichtigen Parameter bei der Diffusion von Innovationen dar. Rogers hebt bereits 1995 hervor, dass die Informationen von direkten Berufskollegen innerhalb sozialer Netzwerke stärker wiegen, als Informationen von öffentlichen Institutionen, wie wissenschaftlichen Veröffentlichungen (Wejnert 2002, S. 302–309).

Weitere die Adoptionsentscheidung lenkende Persönlichkeitsmerkmale betreffen die Intelligenz und das persönliche Abstraktionsvermögen des potenziellen Adopters und im Besonderen seine Risikoaffinität (Feder und Umali 1993; Schulze und Spiller 2010; Aubert et al. 2012; Trozzo et al. 2014), seine Innovativität, sein Unternehmergeist sowie seine Einstellung gegenüber Veränderungen bzw. seine Innovationsneigung (Voss und Enneking 2009; Aubert et al. 2012; Emmann et al. 2013). Dem Gros der Entscheider wird ein im Allgemeinen risikoaverses Verhalten zugesprochen (Lang 2009, 169 ff). Dieses kann die Adoption von Innovationen auf der einen Seite hemmen, aber ebenso auch begünstigen. So befördert die Gefahr hoher Sanktionen bei Verstößen gegen Umweltschutzbestimmungen und häufiger Kontrollen ihrer Einhaltung die Übernahme neuer umweltschonender Produktionsverfahren (Prager und Posthumus 2010). Zudem wird in anderen Fällen beobachtet, dass mit zunehmender Informationsaufnahme die Risikoaversion abnehmen kann (Hofbauer 2004, S.8). Auch das Vertrauen in eine positive politische Entwicklung und die wirtschaftliche Zukunft der gesamten Branche stellt einen Einfluss auf die Innovationsbereitschaft dar (Blazy et al. 2008, S. 7). Somit sind Selbstvertrauen und Unabhängigkeit weitere bedeutende Faktoren, die die Adoptionsentscheidung beeinflussen können. Auch individuelle Wertvorstellungen können betriebliche Entscheidungen beeinflussen. So vermag beispielsweise die

persönliche Einstellung zu Themen des Umweltschutzes sich auf die Übernahme neuer ressourcenschonender Verfahren auszuwirken.

**Hypothese 7: Je höher die Innovationsneigung des potenziellen Adopters, desto höher die Bereitschaft der Übernahme einer Innovation.**

**Hypothese 8: Je höher das Umweltbewusstsein des potenziellen Adopters, desto höher die Bereitschaft des Einsatzes von Mikroorganismen.**

Bei betrieblichen Innovationen sind neben den adopterbezogenen Einflussfaktoren, die den einzelnen Entscheider direkt betreffen, ebenso unternehmensbezogene Parameter von entscheidender Bedeutung. Hierzu zählen im Besonderen die Größe des Unternehmens, dessen finanzielle Ressourcen sowie seine Struktur. Mit zunehmender Betriebsgröße steigt das Vermögen, Economies of Scale zu realisieren. Eine höhere Liquidität des Unternehmens steigert dessen Kreditwürdigkeit, womit Investitionen für neue Verfahren bzw. Innovationen leichter getätigt werden können. Zudem ermöglicht das Anwachsen der Unternehmensgröße, die Kosten und das Risiko getätigter Investitionen breiter zu verteilen (Tey und Brindal 2012, S.722). Auf der anderen Seite fehlt den großen, finanzstarken Unternehmen häufig der nötige Kostendruck, um auch die für sie vorteilhaften Neuerungen einzuführen (Hall 2004, S. 20). Kleineren Betrieben fehlt häufig das für die Investition in Innovationen benötigte Kapital (OECD 2005, S.112). Darüber hinaus werden eigene Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sowie die Partizipation an solchen aufgrund fehlender finanzieller und personeller Kapazitäten nachteilig beeinflusst (OECD 1999; Cohen 2010). Auch im Rahmen von Programmen wie der Investitionsförderung gelingt es kleineren Unternehmen häufig nicht, alle Anforderungen einschließlich des Verwaltungsaufwandes zu erfüllen (Bokelmann et al. 2012, S.169). Bezüglich der Bereitschaft sowie der Geschwindigkeit der Übernahme von Innovationen besteht bei den meisten Studien der Konsens, dass eine positive Korrelation zur Größe von Unternehmen existiert (Feder und Umali 1993; Hall 2004; Fagerberg et al. 2005; Dries et al. 2013; Pignatti et al. 2015; Borges et al. 2017). Tidd und Bessant (2009, S. 60) merken dagegen an, dass kleinere Firmen schnellere Entscheidungen treffen können.



Unternehmensfaktoren, die die Zukunftsperspektiven des Unternehmens betreffen, nehmen ebenfalls Einfluss auf die Übernahme von Innovationen. Eine ungeklärte Hofnachfolge oder gar das Fehlen eines Nachfolgers, aber auch unsichere Pachtverhältnisse können die Entscheidung zur Adoption verhindern (Prager und Posthumus 2010, S.12; Hertel 2014, S. 60). Des Weiteren spielen der Mitarbeiterstab und dessen Qualifikation sowie die Standorteigenschaften eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Das Vorhandensein qualifizierter Angestellter oder die Möglichkeit von Training und Fortbildung, sowie die Nähe zu Beratungsstellen wirken sich positiv auf die Adoptionsentscheidung aus (OECD 2005; Pignatti et al. 2015).

### 2.2.2.3 Umwelt- und Umfeldbezogene Faktoren

Wie die bereits beschriebenen innovationsbezogenen Parameter beeinflussen auch Faktoren des Umfelds und der Umwelt von außen die Adoptionsentscheidung des potenziellen Adopters. Es wird hierbei zwischen soziokulturellen, institutionellen, makroökonomischen, technologischen und natürlichen Parametern unterschieden (Trommsdorf und Fee 2013).

Die natürlichen Rahmenbedingungen setzen sich aus den klimatischen, biologischen, geologischen und physikalischen Umweltfaktoren zusammen (Prager und Posthumus 2010). Der Innovationsimpuls selbst begründet sich häufig aus der Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen und Rohstoffen sowie dem Beeinträchtigungsgrad der Umweltfaktoren (Trommsdorf und Fee 2013). Der Boden ist besonders am Rande von Ballungsgebieten eine stark begrenzte Ressource, so dass neben der gestiegenen Konkurrenz zu Energiewirten auch das Städtewachstum zunehmend eine Rolle spielen kann (Tey und Brindal 2012, S. 723–724). Diese Knappheit fördert das Bestreben, durch neue Verfahren eine optimale Nutzung der Fläche zu erreichen und maximale Erträge pro Flächeneinheit zu generieren. Bodeneigenschaften wie der Bodentyp, die Ackerzahl und die Bodenstruktur sind hierbei von entscheidender Bedeutung. Aber auch klimatische Faktoren wie Temperaturen, Sonnenstunden und Niederschläge gewinnen in Zeiten des Klimawandels immer mehr Einfluss auf das Innovationsgeschehen. Neben den bereits genannten natürlichen Faktoren wirkt darüber hinaus noch die geografische Nähe zu anderen Akteuren des Innovationssystems (Berufskollegen, Zulieferunternehmen, Beratungseinrichtungen), aufgrund des erleichterten Wissenstransfer, auf den Diffusionsprozess (Rogers 1983; Wejnert 2002).

Im soziokulturellen Kontext beeinflussen Normen, Wertvorstellungen, Einstellungen und das Verhalten der Angehörigen des sozialen Umfelds, wie auch deren Traditionen, die Übernahmeentscheidung (ebd.). Neben dem Verhalten benachbarter Berufskollegen hinsichtlich neuer Technologien oder Verfahren können sich ebenso die Einstellungen von Angestellten, Familienmitgliedern oder Bekannten auf die Sichtweise des Entscheiders auswirken. Hertel und Menrad (2016) konnten dies am Beispiel des Übernahmeprozesses von energieeffizienten Technologien in kleinen und mittleren Gartenbaubetrieben nachweisen. Einfluss dabei hatten unter anderem auch Alters- sowie Einkommensstrukturen, das Umweltbewusstsein und –verhalten der Akteure sowie die vorhandene Wissensbasis der Region (ebd.). So spielt auch die Akzeptanz der Gesellschaft bezüglich neuer Produktionsverfahren sowie deren Erzeugnisse eine Rolle bei der Adoptionsentscheidung (König et al. 2012, S. 78–79). Die Kenntnis der Existenz von Innovationen sowie der Austausch von Erfahrungen bezüglich deren Einsatzes ist somit von dem Kommunikationsverhalten aller Akteure des sozialen Systems abhängig. Innovationsnetzwerke, in denen gleiche Ziel- und Wertvorstellungen geteilt werden, helfen dabei Unsicherheiten abzubauen und Vertrauen zu stärken (Bokelmann et al. 2012). Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Existenz von Vertretern der Gruppe „early adopter“, die hier als Pilotbetriebe fungieren, indem sie neue Verfahren als Erstes einführen und die Ergebnisse für Berufskollegen sichtbar machen. Wie bereits beschrieben, ist die räumliche Nähe zu anderen Adoptern oder Intermediären dabei besonders vorteilhaft. Auch wenn Kanäle der Massenmedien wie Newsletter oder Fachzeitschriften Informationen über die Existenz von neuen Technologien und deren Vorteile schneller verbreiten, ist nicht zuletzt der interpersonelle Austausch von Erfahrungen (z.B. Nachbarschaftsnetzwerk) aufgrund der bereits vorhandenen Vertrauensbasis für die Adoptionsentscheidung häufig von entscheidender Bedeutung (Rogers 2003, S.18; Pignatti et al. 2015).

Pilotfarmen oder Versuchsfelder wissenschaftlicher Einrichtungen oder Beratungsunternehmen im Umfeld potenzieller Adopter ermöglichen die Beobachtung neuer technologischer Entwicklungen und Verfahren. Besonders der direkte Vergleich unterschiedlicher Verfahrensalternativen unter sonst gleichen Bedingungen im Feld kann den Diffusionsprozess positiv beeinflussen (Pignatti et al. 2015). Grundlegend jedoch ist die Verfügbarkeit der neuen Technologien, die unter Umständen auch von Kapazitätsgrenzen der Zuliefererunternehmen abhängig ist. Hierzu gehören auch technische Hilfsmittel, die beispielsweise zum Einsatz neuer Produktionsverfahren

(Spezialmaschinen) sowie zur Bestimmung ihres spezifischen Einsatzortes (Diagnoseinstrumente) erforderlich sind.

Neben der wirtschaftlichen Entwicklung des eigenen Unternehmens vermag auch die makroökonomische Entwicklung seines Umfeldes, die Entscheidung zu beeinflussen. Hierbei spielen unter anderem die Preis- und Einkommensentwicklung sowie das allgemeine Zinsniveau innerhalb des Sektors eine Rolle. Steigende Betriebsmittelpreise und eine zunehmende Wettbewerbsintensität auf dem Markt, die häufig zu geringen Erzeugerpreisen führt, befördert die Suche nach innovativen Verfahren und deren Übernahme. Auch der Arbeitsmarkt kann Innovationsprozesse beeinflussen. Die neuen Technologien erfordern häufig einen immer breiteren Wissensstand der Anwender, so dass die Ansprüche an die Qualifikation der Arbeitnehmer steigen.

Auch institutionelle Strukturen oder Prozesse können Einfluss auf die Adoptionsentscheidung und die Geschwindigkeit der Diffusion von Innovationen nehmen. Gesetzesänderungen und neue Verordnungen, sowie die ihnen zugehörigen Sanktionen bei Nichteinhaltung oder auch die Perspektive politischer Veränderungen, können Innovationsprozesse beeinflussen (Trommsdorff und Fee 2013). Dies reicht von einer Festlegung gesetzlicher Grenzwerte, wie die maximale Eintragsmenge von Stickstoff in den Boden, Abstandsregelungen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln zu Gewässern bis hin zu Verboten des Einsatzes umweltgefährdender Stoffe. Stehen nachhaltige Innovationen wie neue Technologien der Precision Agriculture zur Verfügung, stellen Aubert et al. (2012) in ihrer Studie fest, dass im Gegensatz zu staatlich regulierten Innovationsprozessen die Freiwilligkeit die Adoption nicht befördert, sondern mit der Adoptionsabsicht sogar negativ korreliert ist (Aubert et al. 2012, S. 517). Auch die Normen und Qualitätsstandards des Marktes, die die Bedürfnisse der Konsumenten widerspiegeln, wirken sich auf die Adoptionsentscheidung eines potenziellen Adopters aus.

Nach den Erfahrungen der Weltbank ist die mangelhafte Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und der Forschung ein Hauptgrund für das Scheitern von Innovationen (World Bank 2007). Die Existenz von Intermediären wie Innovationsnetzwerke, Transferstellen an Hochschulen, Beratungseinrichtungen und andere Plattformen der Informationsbündelung und –weitergabe können hier von entscheidender Bedeutung sein. Neben der Informationsbereitstellung zu neuen Technologien und Verfahren besteht ihre Aufgabe darin, auf noch unerkannte Probleme hinzuweisen und über diese

aufzuklären (Blazy et al. 2008, S. 24; Prager und Posthumus 2010). Sie reduzieren Unsicherheiten und helfen somit bei der Entscheidungsfindung. Ein hierbei bedeutender Faktor ist ihre Neutralität (Bokelmann et al. 2012). Darüber hinaus informieren sie über Möglichkeiten der Finanzierung sowie der staatlichen Förderung.

**Hypothese 9: Je höher das Informationsangebot, desto höher die Bereitschaft der Übernahme einer Innovation.**

Letzteres kann insbesondere für Umweltinnovationen, die oft keinen direkten wirtschaftlichen Vorteil für das Unternehmen bieten, entscheidend sein. Diese Art der institutionellen Unterstützung kann unter anderem in Form direkter finanzieller Zuwendungen, Steuervergünstigungen sowie Förderkrediten mit vergünstigtem Zinssatz erfolgen. Die Kompensation von Erlöseinbußen in der Umstellungsphase, von Mindererträgen sowie höheren Verfahrenskosten und die Unterstützung der Investition in neue Technologien wirken sich positiv auf die Adoptionsentscheidung aus und können für eine erfolgreiche Diffusion entscheidend sein (Prager und Posthumus 2010; Pignatti et al. 2015). Doch erschweren häufig intransparente Förderstrukturen, der hohe Bürokratieaufwand und lange Wartezeiten der Antragsbewilligung diesen Prozess (Bokelmann et al. 2012; König et al. 2012). Darüber hinaus kann das föderalistische System in Deutschland mit seinen unterschiedlichen Strukturen bei der Förderung wie auch der Beratung einen negativen Einfluss auf eine gleichmäßige Diffusion neuer Verfahren ausüben. Direktzahlungen wird auch nachgesagt, dass sie negativ auf das innovative Bestreben der Unternehmer wirken, da diese sich mit dem Status Quo zufriedengeben und kein Anreiz besteht, diesen zu ändern (Borges et al. 2017, S.12). Auf der anderen Seite vermögen neue Gesetze, Richtlinien und die finanzielle Förderung innerhalb des Innovationsgeschehens den Diffusionsprozess zu beschleunigen, indem die kognitive Phase des Innovationsentscheidungsprozesses verkürzt oder gar übersprungen wird (Prager und Posthumus 2010). Ohne dass überhaupt ein Bewusstsein für eine bestehende Problematik vorhanden ist oder das Vertrauen in den Erfolg neuer Verfahren besteht, werden diese übernommen (ebd.).

Die in den letzten Abschnitten beschriebenen Umfeld- und Umweltfaktoren sowie die betrieblichen Rahmenbedingungen des Innovationsgeschehens bezüglich des Umgangs

mit der Bodenmüdigkeit im Gartenbau in Deutschland werden unter anderem in Abschnitt 4.1 über den Innovationssystemansatz nach Malerba noch genauer beleuchtet.

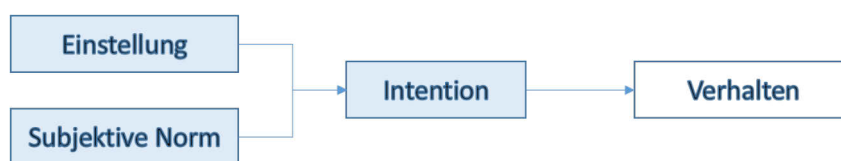
### **2.3 Theorien der Einstellungs- und Verhaltensforschung**

Die häufig nur langsame oder mäßige Verbreitung von Produkt- und Prozessinnovationen in Branchen wie der Agrarwirtschaft auf dem Gebiet der Precision Agriculture förderte in den letzten Jahrzehnten das Bestreben, im Rahmen der empirischen Erfolgsforschung diejenigen Einflussfaktoren zu identifizieren, die maßgeblich zum Innovationserfolg oder –misserfolg beitragen (Arnold und Klee 2016, S. 6). Hierbei entstanden verschiedene theoretische Konzepte der Einstellungs- und Verhaltensforschung, die im Folgenden kurz vorgestellt werden. Ihre Grundlage bilden Annahmen aus der Sozialpsychologie, die davon ausgehen, dass Einstellungen bzw. Absichten und Verhalten positiv miteinander korreliert sind (Otieno et al. 2016). So soll eine positive Einstellung zu einem neuen Verfahren zur Übernahmeabsicht und später zu dessen Einsatz führen. Die Einstellung stellt somit eine bedeutende Antriebskraft menschlichen Verhaltens dar (Foscht et al. 2015). Hinter ihr verbirgt sich die Bewertung eines Objektes oder Verfahrens, die auf affektiven, kognitiven und konativen Erfahrungen beruht (ebd.).

Die affektive Komponente stellt den emotionalen Bezug bzw. die gefühlsbasierte Einschätzung zu einem Einstellungsobjekt dar und entspricht somit seiner subjektiven Bewertung (Jonas et al. 2014). Eine Besonderheit dabei ist die relative Beständigkeit dieser Wahrnehmung im Zeitablauf (Müller-Böling und Müller 1986, S.25ff). Die kognitive Komponente bezieht sich auf die gedankenbasierte Einschätzung, die Wahrnehmung und das Wissen über ein Einstellungsobjekt und kommt somit der objektiven Bewertung des Objektes gleich (ebd.). Produktbezogene Faktoren wirken im Speziellen auf die kognitive Komponente, die eine gedankliche Verarbeitung der über die Innovation empfangenen Informationen darstellt. Zusammen beeinflussen sie die konative Komponente, die als ihre Resultante gilt (Reinecke und Janz 2007). Sie entspricht der Verhaltensintention in Bezug zu einem Einstellungsobjekt und bezieht ebenso frühere Verhaltensweisen ein (Jonas et al. 2014). Somit gilt die Einstellung als Schlüsselvariable zur Vorhersage und Erklärung von Verhalten (Foscht et al. 2015).

### 2.3.1 Theorie des überlegten Handelns

Ein weit verbreiteter Ansatz in der Einstellungsforschung ist die von Fishbein und Ajzen im Jahr 1975 aufgestellte Theorie des überlegten Handelns (Theory of Reasoned Action – TRA). Als Schlüsselvariable zur Erklärung und Prognose menschlichen Verhaltens wird hier die Intention zu einem Verhalten, oder auch Verhaltensabsicht, als eigenständige Komponente und direkte Vorstufe des Verhaltens beschrieben (Ajzen 2012). Sie wiederum geht aus den Variablen “Einstellung“ und der “subjektiven Norm“ hervor (siehe Abb. 9).



**Abb. 9:** Theorie des überlegten Handelns<sup>6</sup>

Die Einstellung, ein Verhalten unter bestimmten Voraussetzungen zu zeigen, ergibt sich aus der Summe der daraus wahrgenommenen Konsequenzen sowie der eigenen Bewertung dieser Konsequenzen (Fishbein und Ajzen 1975). Die subjektive Norm entspricht den vom potenziellen Adopter wahrgenommenen Erwartungen seines sozialen Umfeldes. Der Versuch, diesen sowie den eigenen Erwartungen zu entsprechen, wirkt sich auf die Handlungsbereitschaft aus (ebd.).

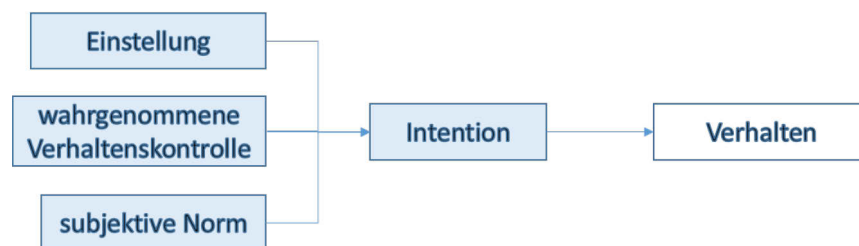
### 2.3.2 Theorie des geplanten Verhaltens

Eine Erweiterung der Theorie des überlegten Handelns durch Ajzen (1985) resultiert in der Theorie des geplanten Verhaltens (Theory of Planned Behavior – TPB). Auch hier gilt die “Intention“ als Schlüsselvariable. Ihre Determinanten “Einstellung“ und “subjektive Norm“ werden jedoch um einen weiteren dritten Parameter ergänzt. Dieser berücksichtigt den Umstand, dass die Ausübung eines Verhaltens, auch wenn vom jeweiligen potenziellen Adopter gewünscht, nicht immer dessen willentlichen Kontrolle unterliegt (Ajzen 2012). So wurde das Modell um die Variable “wahrgenommene Verhaltenskontrolle“ (perceived behavioral control), die ebenfalls direkt auf die Handlungsabsicht wirkt, ergänzt (Ajzen 1985) (siehe Abb. 10). Sie beschreibt die

---

<sup>6</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Fishbein und Ajzen 1975

Wahrnehmung der Fähigkeit eines potenziellen Adopters, mit den ihm zur Verfügung stehenden Ressourcen und Möglichkeiten (z.B. Finanzvolumen, betriebliche Ausstattung ect.) sowie externen Rahmenbedingungen (z.B. rechtliche Restriktionen), eine gewünschte Handlung auszuführen (Ajzen 1991). Der Grad der Verhaltenskontrolle entscheidet somit, ob eine positive Verhaltensintention wirklich zu dem von ihm angestrebten Verhalten führen kann (Ajzen 1991). Metaanalysen zeigen, dass das Modell der Theorie des geplanten Verhaltens in Fallstudien verschiedener Gebiete, mit einer mittleren Gesamtkorrelation zwischen Intention und Verhalten von 0,53, eine recht gute Vorhersagegüte aufweist (Ajzen 2011). Doch wird die TPB nicht als geschlossenes



**Abb. 10:** Theorie des geplanten Verhaltens<sup>7</sup>

Modell angesehen. Um die Prognosekraft bzw. die erklärte Varianz zwischen der Intention und dem Verhalten zu erhöhen, können weitere mögliche Einflussvariablen dem Modell zugefügt werden. Grundlage hierfür bilden sorgfältige sachlogische Überlegungen, die im Voraus getroffen werden, sowie vorausgehende empirische Untersuchungen (Ajzen 2011). Als Anwendungsfall der TRA und der TPB stellen Hertel und Menrad im Jahr 2016 die Eigenschaften des Adopters sowie den Einfluss seiner sozialen Umgebung bei der Adoption energieeffizienter Technologien in KMU des Gartenbaus in den Mittelpunkt ihrer Untersuchung und erweitern ihr Modell mit der Variablen *finanzielle Restriktion*.

### 2.3.3 Technology Acceptance Model

Ein häufig angewandtes, kontinuierlich weiterentwickeltes und sehr robustes Modell im Bereich der Akzeptanzforschung ist das von Davis im Jahr 1985 erstmals aufgestellte Technology Acceptance Model (TAM) (Venkatesh und Davis 2000). Es gilt als Schlüssel-Modell zur Identifizierung von Faktoren, die einen deutlichen Einfluss auf die

<sup>7</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Ajzen 1985

Übernahme bzw. Akzeptanz neuer Technologien besitzen (Gefen und Straub 2000; Chuttur 2009; Marangunić und Granić 2015; Otieno et al. 2016). Die ursprüngliche Verwendung lag in der Untersuchung des Adoptionsverhaltens bezüglich neuer Informationstechnologien (Gefen und Straub 2000; Chuttur 2009; Otieno et al. 2016).

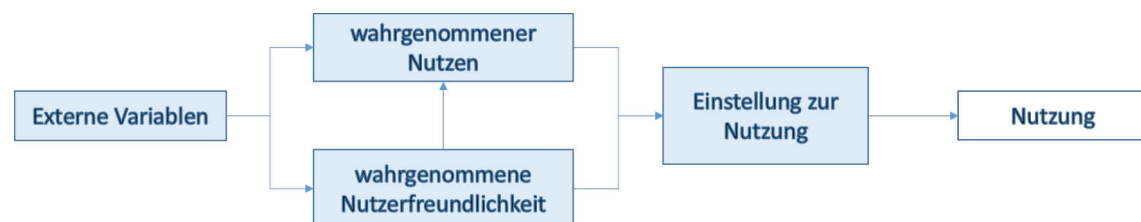
In der Akzeptanzforschung findet verbreitet eine Unterscheidung in Einstellungsakzeptanz und Verhaltens- bzw. Handlungsakzeptanz statt (Arnold und Klee 2016, S.9f). Die Verhaltensakzeptanz äußert sich nach Müller-Böling und Müller (1986, S.25ff) in einem beobachtbaren Verhalten, also der tatsächlichen Nutzung einer Innovation, und kann somit im Rahmen einer Ex-post-Analyse untersucht werden. Die Einstellungsakzeptanz dagegen umfasst die affektive und kognitive Wahrnehmung eines Einstellungsobjektes und bezieht die Handlungsabsicht (konative Komponente) dabei mit ein (ebd.). Die Begriffe Einstellungsakzeptanz und Einstellung werden dabei synonym verwendet. Damit untersucht die Einstellungsforschung vorrangig nicht direkt beobachtbares Verhalten (ebd.). Das TAM bildet dabei einen Rahmen, mit dem sich beide Formen untersuchen lassen.

Das Fundament auf dem das TAM fußt, liegt in der Theorie des überlegten Handelns begründet, doch wurden die zentralen Determinanten “Intention“ und “subjektive Norm“ nicht übernommen (Davis 1985). Eine zentrale theoretische Grundlage der Einstellungsbildung stellt das Kosten-Nutzen-Paradigma dar, das den kognitiven Trade-off zwischen dem erwarteten Aufwand einer Nutzung und dem Ergebnis der resultierenden Entscheidung beschreibt (Davis 1989, S.321). Meist wurden bei dem Treffen einer Wahl zwischen verschiedenen Alternativen objektive Messinstrumente, beispielsweise in Form betriebswirtschaftlicher Kennzahlen, verwendet. Doch betont Davis (ebd.) insbesondere die Bedeutung der subjektiven Wahrnehmung von Einflussfaktoren, die im Rahmen von Kosten-Nutzen-Analysen oft zu kurz kommen und in einigen Studien sogar den objektiven Faktoren widersprechen. So gelten im TAM der wahrgenommene Nutzen (PU - Perceived Usefulness) und die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit (PEOU - Perceived Ease of Use) als direkte Vorstufen der Einstellung zu einem Verhalten (siehe Abb. 11). Diese werden wiederum durch externe Variablen beeinflusst, die dann indirekt auf die Nutzungsabsicht wirken (Venkatesh und Davis 2000). Dabei bekräftigt Davis (1989, S.335), dass: „[...] perceived usefulness and ease of use are people's subjective appraisal of performance and effort, respectively, and do not necessarily reflect objective reality“.



Der *wahrgenommene Nutzen* wird von Davis (1985) als den Grad definiert, "to which an individual believes that using a particular system would enhance his or her job performance", oder anders ausgedrückt, die Wahrnehmung inwieweit das neue Produkt oder Verfahren eine Verbesserung gegenüber dem bisherigen Zustand verspricht. Dies können unter anderem wirtschaftliche Vorteile für den Adopter, Verbesserung der Qualität der Produkte sowie ein schonenderer nachhaltigerer Umgang mit den natürlichen Ressourcen sein. Demgegenüber beschreibt die *wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit* den Grad, "to which an individual believes that using a particular system would be free of physical and mental effort" (Davis 1985, S.26). Aufgrund der Annahme, dass die vom potenziellen Adopter empfundene Einfachheit der Nutzung eines neuen Produkts oder Verfahrens wiederum einen positiven Effekt auf den wahrgenommenen Nutzen ausüben kann, besteht an dieser Stelle in dem Modell von Davis eine zusätzliche Verbindung. Somit wirkt die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit einmal direkt und indirekt auf die Einstellung zur Nutzung.

Anders als in der TRA bildet die Einstellung und nicht die Intention zu dem Verhalten die Schlüsselvariable zur Vorhersage des Verhaltens bzw. der Nutzung. Definiert wird sie als der Grad: "of evaluative affect [...] that an individual associates with using the target system in his or her job" (Davis 1985, S.25).



**Abb. 11:** Erste Version des Technology Acceptance Model I<sup>8</sup>

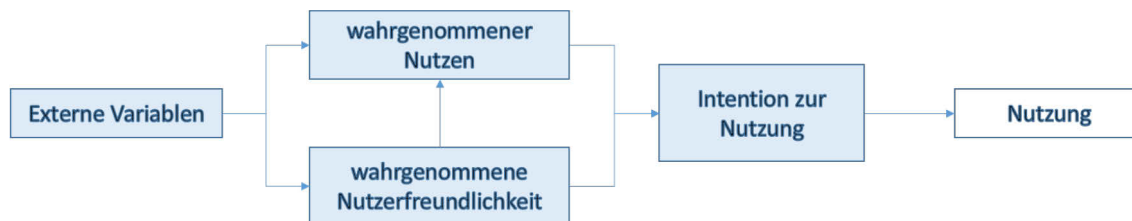
In einer späteren Studie erhielt die Variable der Handlungsabsicht als direkter Prädiktor der Nutzung, in diesem Fall die Intention der Nutzung oder auch Nutzungsabsicht einer neuen Technologie (BI – Behavioral Intention to Use), wieder Einzug in das Modell (siehe Abb. 12) (Davis et al. 1989). Davis et al. (1989) entwickelten dieses Modell, um die Akzeptanz der Nutzung von Computern zu untersuchen. Hierbei betrachten sie neben Faktoren wie der geschätzten Nützlichkeit und der Einfachheit der Nutzung die *Einstellung* zur Technik sowie die *Absicht ihrer Nutzung*.

<sup>8</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Davis 1985



**Abb. 12:** Zweite Version des Technology Acceptance Model I <sup>9</sup>

Es stellte sich jedoch heraus, dass das Einstellungskonstrukt nur marginal die Korrelation zwischen der Wahrnehmung bzw. Bewertung der Nutzung und der Nutzungsabsicht erklärt und wurde somit in den Folgejahren aus dem Modell ausgeschlossen. Venkatesh und Davis sprechen 1996 von dem finalen TAM-Modell, bei dem der wahrgenommene Nutzen und die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit direkte Vorstufen der Nutzungsabsicht bilden (siehe Abb. 13).



**Abb. 13:** Dritte Version des Technology Acceptance Model I <sup>10</sup>

Park betrachtet mit dem TAM im Jahr 2009 die Akzeptanz von Studenten gegenüber dem E-Learning an einer Universität in Süd-Korea. Später verwenden Brown et al. (2012) das TAM, um den Einfluss von Erwartungen und Erfahrungen vor (ex ante) und nach (ex post) der Nutzung von Informationssystemen und deren Verbreitung in der Telekommunikationsindustrie zu untersuchen. Auf dem Gebiet der Agrarwissenschaften finden die meisten Untersuchungen, basierend auf dem TAM, ebenfalls zur Akzeptanz von Informationssystemen (IS) statt. Vereinzelt finden sich aber auch Studien, die sich mit Einflussfaktoren einer Übernahme oder Ablehnung von Innovationen in anderen Bereichen der Agrarwissenschaft beschäftigen (siehe Tab. 1).

<sup>9</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Davis et al. 1989

<sup>10</sup> (in Anlehnung an Venkatesh und Davis 1996)

**Tab. 1:** Anwendungsfälle des TAM im Bereich der Landwirtschaft

<b>Autoren</b>	<b>Themenschwerpunkt</b>	<b>Additive Modellgrößen</b>
Adrian et al. (2005)	Einflussfaktoren der Übernahme von Technologien der Precision Agriculture	Vertrauen, erwarteter Nettogewinn, Ausbildungsgrad, Betriebsgröße
Jahn und Spiller (2007)	Akzeptanzbeurteilung von Qualitätsmanagementsystemen durch Milchbauern	wahrgenommene (bürokratische) Kosten, wahrgenommene Effektivität
Schulze und Spiller (2010)	Einflussfaktoren der Akzeptanz einer Bio-Zertifizierung	Risikowahrnehmung, Motivation, wahrgenommene Effektivität
Rota et al. (2013)	Einflussfaktoren auf eine nachhaltige Übernahme von Informationssystemen durch Farmer	Ausbildungsgrad, Umsatzerlöse
Lu et al. (2015)	Akzeptanz von Landwirten bezüglich der staatlich geförderten Internetnutzung	Wahrgenommene Unterhaltung, Belohnungsstärke
Kröger (2015)	Haupteinflussfaktoren der Bereitschaft Feststoffe aus der Gülleseparation für die Biogasproduktion einzusetzen	Risikofreudigkeit, Innovationsbereitschaft
Peyrat (2016)	Prognose über die Teilnahme der Bauern an einem risikoorientierten Getreidemonitoring	Branchendruck, Innovationsneigung, Betriebsgröße, Weizenanteil
McDonald et al. (2016)	Einflussfaktoren der Übernahme von Verfahren des Weidemanagements	Herdengröße, Erfahrung, Ausbildung

In einer Vielzahl von Anwendungsfällen des TAM zeigte sich, dass von den Determinanten der Nutzungsabsicht der wahrgenommene Nutzen der vorherrschende Treiber ist (Davis 1989, S.333; Venkatesh und Davis 2000, S.187; Flett et al. 2004, S. 199). In ihren Untersuchungen unter Anwendung des TAM erheben Venkatesh und Davis (2000, S.187) einen mittleren Regressionskoeffizienten von etwa 0,6.

**Hypothese 10: Je höher die wahrgenommene Nützlichkeit des Einsatzes von Mikroorganismen, desto höher die Absicht der Adoption.**

Brown et al. (2012, S.475) stellen heraus, dass die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit in einigen Studien keinen signifikanten direkten Effekt auf die Nutzungsabsicht hat, häufig vollständig über das Konstrukt des wahrgenommenen Nutzens abgedeckt wird und somit nur indirekt auf die Nutzungsabsicht wirkt. Davis (1989, S.333) merkt in Bezug zu diesem Sachverhalt an, dass bei einem gewissen Grad des erwarteten Nutzens, die potenziellen Adopter bereit sind, auch Schwierigkeiten bei der Umsetzung der neuen Technologie in Kauf zu nehmen. Welche Faktoren hierbei eine Rolle spielen, steht somit unter besonderem Fokus der Einstellungsforschung. Unterliegt die Übernahmeentscheidung jedoch einem Zwang oder Druck von außen (z.B. Marktzugang, Gesetze), kann dem Konstrukt der wahrgenommenen Nutzerfreundlichkeit wieder eine starke Bedeutung zukommen. In der Studie von Brown et al. (2002) führt die verpflichtende Einführung einer neuen Technologie dazu, dass die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit einen höheren Einfluss auf die Nutzungsabsicht hat, als die wahrgenommene Nützlichkeit.

**Hypothese 11: Je höher die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit beim Einsatz von Mikroorganismen, desto höher die wahrgenommene Nützlichkeit.**

**Hypothese 12: Je höher die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit beim Einsatz von Mikroorganismen, desto höher die Absicht der Adoption.**

Neben den Erweiterungen TAM2 und TAM3 von Davis (1985) wurde das Grundgerüst des Technology Acceptance Model in einer Vielzahl von Ex-ante- sowie Ex-post-Akzeptanzstudien eingesetzt und häufig erweitert. Je nach Untersuchungsgegenstand wurden zusätzliche Einflussvariablen mit direktem und indirekten Einfluss auf die Verhaltens- bzw. Nutzungsabsicht integriert. Neben den einstellungsobjektbezogenen Variablen, fanden somit immer häufiger auch umfeldbezogene und adopterspezifische Determinanten Einzug in das Modell.

### 3 Forschungsdesign

In einem ersten Schritt der Arbeit wurden zunächst die Rahmenbedingungen des Innovationsgeschehens im Alten Land untersucht. Darauf folgend wurde in einer Ex-ante-Betrachtung eruiert, welche Einflussfaktoren auf die Absicht der Übernahme von Mikroorganismen von Seiten der potenziellen Adopter wirken. Um den Fragebogenumfang hierbei möglichst gering zu halten, wurde zuerst auf Grundlage einer Literaturanalyse eine Vorauswahl potenzieller Einflussfaktoren getroffen, die direkt in den Fragebogen aufgenommen wurden. In einem zweiten Schritt erfolgte eine Wichtung der Einflussstärke weiterer möglicher Einflussfaktoren im Rahmen eines Experten-Workshops. Die vier stärksten Faktoren wurden darauffolgend ebenfalls in den Fragebogen der Akzeptanzstudie integriert. Die Auswertung der erhobenen Befragungsdaten erfolgte zunächst deskriptiv, bevor das zuvor entwickelte Strukturmodell mit Hilfe des Verfahrens zur Regression der partiellen kleinsten Quadrate (PLS) auf seine Erklärungskraft hin überprüft wurde.

#### 3.1 Analyse der Rahmenbedingungen des Innovationssystems

Um die praktische Relevanz neuer Maßnahmen zur Überwindung von Bodenmüdigkeit besser einschätzen zu können und ein ganzheitliches Bild über das Innovationsgeschehen und seine Umgebung zu gewinnen, ist es ratsam, die Rahmenbedingungen innerhalb der Wertschöpfungskette bzw. des Innovationssystems näher zu betrachten. Der Untersuchung liegt die These zu Grunde, dass es sich bei dieser Art von Innovationsprozessen nicht um rein technische Neuerungen handeln wird, sondern dass sie mit gesellschaftlichen und organisatorischen Anpassungsprozessen einhergehen und somit systemischen Charakter besitzen. Somit richtet sich die Analyse auf die Hauptkomponenten dieses Innovationssystems mit seinen Strukturen, Institutionen sowie Interaktionen zwischen den beteiligten Akteuren aus Produktion, Wissenschaft und Politik.

Um den Fragen nachzugehen, welches die bedeutendsten Einflussfaktoren bei der Entstehung, Verbreitung, Anwendung sowie der Erweiterung neuen Wissens sind und welche betrieblichen oder gar gesetzlichen Anpassungen erforderlich sein können, ist eine interdisziplinäre Perspektive gefordert. Einen geeigneten Analyserahmen stellt der

sektorale Innovationssystemansatz nach Malerba (2002) dar, der in Anbetracht des Untersuchungsgegenstands in dieser Arbeit um ein weiteres Element, die “Umwelt“, ergänzt wurde. Denn Hintergrund der Nachbauproblematik sind natürliche Prozesse im Boden, die wiederum von der natürlichen Umwelt beeinflusst werden. Hiermit zeigt sich auch die Transdisziplinarität des untersuchten Problemfeldes. Pohl und Hirsch Hadorn (2008) schreiben hierzu auch passend:

“In Transdisciplinary research a problem of the life-world is framed as a node in a web of heterogeneous factors. Taking into account the complexity of a problem means addressing interrelations among the social, natural, technical, legal, etc. factors that constitute the problem and might influence the impact and acceptance of proposed solutions”.

In der folgenden Tabelle wird zusammenfassend dargestellt, welche Schwerpunkte die Studie bei den in Abschnitt 2.1.2 beschriebenen Analyseelementen, angepasst nach Malerba (2002), jeweils legt (siehe Tab. 2).

**Tab. 2:** Analyserahmen nach Malerba (2002)

Analyseelement nach Malerba	Analyseschwerpunkte
<b>1. Umwelt</b>	Analyse der natürlichen Gegebenheiten wie Boden und Klima
<b>2. Agenten/ Organisationen</b>	Charakterisierung der Akteure und Organisationen.
<b>3. Interaktionen/ Intermediäre</b>	Beziehungen und Interaktionen der Akteure zueinander innerhalb eines Sektors sowie sektorübergreifend.
<b>4. Wissensbasis/ Humankapital</b>	Kenntnisstand und Bildungsniveau der Akteure innerhalb des Sektors. Maßnahmen und Einrichtungen für den Wissenserwerb.
<b>5. Technologien/ Nachfrage</b>	Technologischer Stand, technische Neuerungen und Nachfragetrends auf Seiten der Produzenten und Konsumenten.
<b>6. Institutionen/ Politik</b>	Institutioneller und rechtlicher Rahmen in denen Innovationsprozesse eingebettet sind, wie gesellschaftliche Normen, Routinen, Gewohnheiten, Regeln, Verträge und Gesetze.
<b>7. Wettbewerb</b>	Aktuelle Situation und Tendenzen der zukünftigen nationalen und internationalen Wettbewerbssituation des Sektors.

Direkte Vorgaben für das methodische Vorgehen macht Malerba nicht. Mittels eines umfangreichen Literaturstudiums und der Analyse sekundärstatistischer Daten gewann die vorliegende Studie einen bereits guten Einblick in die einzelnen Felder des Innovationssystems Obstbau im Alten Landes. Einen tieferen Einblick ermöglichte eine Analyse der betriebswirtschaftlichen Situation landwirtschaftlicher Betriebe mit Obstbau- und Baumschulflächen in Deutschland auf Grundlage eines Vergleichs der Kennzahlen für den Betriebsvergleich im Gartenbau des ZBG. Begleitend fanden Betriebsbesichtigungen von Obstbaubetrieben der integrierten Produktion sowie des ökologischen Anbaus im Gebiet der Marsch und der Geest, die Besichtigung einer Baumschule sowie des Gartenbauzentrums Schleswig-Holsteins statt.

Themen, die angesprochen wurden, waren unter anderem die Wahrnehmung der Nachbauproblematik in der Region und der bisherige Umgang mit ihr. Darüber hinaus fand in Zusammenarbeit mit dem ZALF- Zentrum für Agrar- und Landschaftsforschung, dem Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e.V. sowie den Beratern des Esteburg-Obstbauzentrums Jork eine Interviewer-gestützte umfassende Befragung von Obstbauern im Alten Land statt. Die Fragen der Erhebung konzentrierten sich hierbei auf die Themenfelder:

- (1) betriebliche Rahmenbedingungen (Management bei der Produktion und Vermarktung, Standortfaktoren, Betriebsstrukturen, Anbausituation bei Äpfeln),
- (2) äußere Rahmenbedingungen (Flächenknappheit, Wettbewerb, Änderung klimatischer Einflüsse und gesellschaftlicher Ansprüche),
- (3) individuelle Einschätzung des Problems der Nachbaukrankheit sowie der eigenen zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit,
- (4) individuelle Beurteilung von Maßnahmen zur Minderung von Nachbauschäden,
- (5) Formen und Ausprägung von Kommunikation und Kooperation, und
- (6) Anbausituation typischer Parzellen mit und ohne Nachbau.

Vor Beginn der Befragung, wurde der mit 12 Seiten doch sehr umfangreiche Fragebogen bei einem gemeinsamen Treffen mit den Beratern des Obstbauzentrums, die die Befragung durchführten, inhaltlich abgestimmt. Die spätere Auswertung erfolgte in Eigenarbeit. Des Weiteren fand im Jahr 2018 zusammen mit dem Zentrum für

Betriebswirtschaft im Gartenbau e.V. ein gemeinsamer Expertenworkshop im Alten Land statt, bei dem die bisher erhobenen Ergebnisse validiert und ergänzt wurden.

### **3.2 Akzeptanzanalyse**

Zur Beantwortung der Fragestellung im Rahmen der Akzeptanzanalyse wurde in einem ersten Schritt bereits existierendes Wissen zu Einflussfaktoren der Adoption von Innovationen und etablierten Akzeptanzmodellen aus der Literatur und veröffentlichten Studien zusammengestellt. Hierbei konnte bereits eine Grundlage, für das in diesem Fallbeispiel zu entwickelnde Strukturmodell, gelegt werden. Eine Ergänzung dieses Modellentwurfs mit weiteren fallspezifischen Einflussgrößen erfolgte im Rahmen eines Expertenworkshops. Daraufhin wurden theoretisch begründete Hypothesen zu der Beziehungsrichtung der Faktoren zueinander sowie zur Zielvariablen aufgestellt. Im Gesamten ergab sich damit ein Strukturmodell mit endogenen und exogenen Größen. Zur Auswertung dieses Modells wurden Daten mit Hilfe einer Befragung von potentiellen Adoptern der betreffenden Innovation erfasst, mit der eine Schätzung der Einflussstärke und –richtung der einzelnen Faktoren innerhalb des Modells möglich war. Bevor die Ergebnisse der Schätzung des Strukturmodells final interpretiert und die im Vorfeld getroffenen Hypothesen überprüft wurden, erfolgte eine Güteprüfung des Strukturmodells und seiner Messmodelle. Einzelne Schritte aus dem beschriebenen Forschungsdesign sollen im Folgenden etwas näher erläutert werden.

#### **3.2.1 Expertenworkshop**

Als Einstieg in den Expertenworkshop wurde das Forschungsvorhabens kurz vorgestellt, über den aktuellen Stand der Ursachenbestimmung von Bodenmüdigkeit berichtet sowie ein Ausblick auf die sich in Erforschung befindlichen neuen Maßnahmen gegeben. Wie bereits geschildert, wurden darüber hinaus die Ergebnisse der ersten Umfrage von Apfelbauern im Alten Land bezüglich ihrer Wahrnehmung der Nachbauproblematik sowie der Rahmenbedingungen des Obstanbaus vorgestellt und besprochen. Daraufhin fand eine Diskussionsrunde statt, in der sich die Experten mit den Vorteilen (fördernde Faktoren) und Nachteilen (hemmende Faktoren) des Einsatzes von Mikroorganismen und Champost als Maßnahme gegen Bodenmüdigkeit auseinandersetzten. Im Anschluss darauf sollten sie eine Gewichtung der aus der Sekundäranalyse sowie sachlogischen



Überlegungen hervorgegangenen potenziellen äußeren und inneren Einflussfaktoren auf die Übernahme oder Ablehnung landwirtschaftlicher Innovationen vornehmen. Zum Vergleich des Einflusses der Faktoren auf Innovationen in unterschiedlichen Bereichen des Apfelanbaus enthielt der Bewertungsbogen, neben den zwei potenziellen Verfahren zur Überwindung der Folgen der Nachbaukrankheit, ein weiteres aktuelles und viel diskutiertes Verfahren, die Verwendung Abdrift-mindernder Pflanzenschutztechnik. Die Bewertung erfolgte über eine 6-teilige Antwortskala mit den Abstufungen “sehr hoher Einfluss“ bis “sehr geringer Einfluss“ sowie “kein Einfluss“. Zum einheitlichen Verständnis wurde eine Beschreibung bzw. Definition der einzelnen Faktoren auf der Rückseite des Bewertungsbogens wiedergegeben.

### 3.2.2 Aufbau des Strukturgleichungsmodells

Auf Grundlage einer umfassenden Literaturanalyse, der Expertengespräche und des Workshops sowie aus eigenen sachlogischen Überlegungen heraus wurde für die Akzeptanzstudie ein erster Entwurf eines Strukturgleichungsmodells auf Basis des Technology Acceptance Models (Venkatesh und Davis 2000) sowie der Innovation-Diffusion-Theorie (Rogers 1962) aufgestellt (siehe Abb. 14). Die runden Formen im abgebildeten Strukturmodell stellen hierbei die abhängigen und unabhängigen Variablen dar. Die eckigen Gebilde ihre Messindikatoren, die jeweils in Form eines Statements in den Fragebogen integriert wurden. Die Plausibilität und Stärke der zuvor festgelegten Wirkbeziehungen zwischen den jeweiligen Konstrukten wurde in einem späteren Schritt überprüft.



kurz vermittelt. In der Einleitung wie auch im Fragenteil wurde auf eine leichte Verständlichkeit der Sprache geachtet, um keinen Spielraum für unterschiedliche Interpretationen der Inhalte entstehen zu lassen.

Vier einfache allgemeine Fragen zu Beginn des Fragenteils ermöglichte den Teilnehmern einen leichteren Einstieg in die Befragung. Hierbei wurden zum einen die Betroffenheit des Betriebes mit dem Thema Bodenmüdigkeit erfasst sowie Kenntnisse zum Einsatz von Mikroorganismen im Obstbau erfragt. Eine weitere Frage sollte die langfristige Entwicklungstendenz des Betriebes beginnend mit der Produktionsausweitung und/oder Intensivierung bis hin zur Hofaufgabe eruieren, um auch hier einen Eindruck über die Relevanz des Themas Bodenmüdigkeit, sowie von Maßnahmen zu deren Überwindung zu erhalten.

Im Hauptteil wurden die Befragten gebeten, ihre persönliche Einschätzung zu vorgegebenen Aussagen kundzutun. Hierfür stand ihnen eine 5-stufige Likert-Skala mit den Merkmalsausprägungen “stimme zu“, “stimme eher zu“, “teils/teils“, “lehne eher ab“, “lehne ab“ zur Verfügung. Die einzelnen Statements dienten als Messindikatoren der zuvor identifizierten potenziellen latenten Einflussvariablen. Auf Basis der Empfehlung von Experten wurden die Konstrukte mit jeweils mindestens drei Indikatoren gemessen (Hair et al. 2014a, S.583; Weiber und Mühlhaus 2014, S. 114). Eine Ausnahme bildete die Zielvariable “Nutzungsabsicht“. Diese wurde mit einem Single-Item erfasst. Generell ist das Verfahren der Multiple-Item Messung vorzuziehen, da mit diesem Vorgehen mögliche Messfehler ausgeglichen werden können und eine Prüfung der Reliabilität und Validität uneingeschränkt möglich ist (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 114). Kann ein Konstrukt jedoch mittels eines einzelnen Globalitems exakt spezifiziert werden, indem dieses selbst in die Formulierung des Statements mit einfließt, ist dies ebenfalls legitim und kann darüber hinaus helfen, den Zeitaufwand für die Befragten zu reduzieren (ebd., Hair et al. 2014a). Auch ein Ermüdungseffekt des Beantwortens gleichgerichteter Fragestellungen kann hiermit eingedämmt und die Teilnahmebereitschaft erhöht werden (ebd.). Neben den fünf innovationsbezogenen Faktoren nach Rogers und den zwei zentralen Determinanten (PEOU, PU) der Nutzungsabsicht aus dem originären TAM, fanden insgesamt 12 Konstrukte mit 42 Messindikatoren Einzug in den Fragebogen.

Im Schlussteil des Fragebogens sollten soziodemografische Fragen besonders das Alter der Umfrageteilnehmer sowie ihre berufliche Qualifikation und Erfahrung erfassen. Auf die Frage nach dem Geschlecht wurde in dieser Befragung verzichtet. Grund hierfür lag

in der Erfahrung aus der ersten Befragung, in der über 90 % der Befragungsteilnehmer männlichen Geschlechts waren. Indirekt ließ sich die Richtigkeit dieses Vorgehen aufgrund der Adressdaten für die Zusendung der Teilnehmerpräsente bestätigen. Am Ende des Fragenteils bot sich den Befragten die Möglichkeit, in einem freien Feld weitere Äußerungen und Anregungen zum Thema zu hinterlassen.

### 3.2.4 Akzeptanzbefragung

Die Befragung dauerte insgesamt fünf Monate an und verlief im Jahr 2018 von Anfang April bis Anfang August. Aufgrund der geringen Grundgesamtheit der Zielgruppe in den Anbauregionen und ihrer schweren Erreichbarkeit sowie der gering erwarteten Teilnahmebereitschaft wurde auf einen Pretest verzichtet. Um dennoch einen möglichst großen Teilnehmerkreis zu erreichen, fand der Hauptteil der Befragung in Form einer Onlinebefragung mit Hilfe von Limesurvey statt. Darüber hinaus wurde der Fragebogen in Form eines PDF-Formulars zum elektronischen Ausfüllen oder Ausdrucken erstellt, das per E-Mail oder Post an interessierte Befragungsteilnehmer zugesandt werden konnte. Der Kontakt zu den Befragungsteilnehmern fand ausschließlich indirekt über Beratungsunternehmen des Obstbaus und einer Vertriebsgesellschaft für Obst statt (siehe Tab. 3), die den Link zur Umfrage in Terminfaxen, Rundschreiben und Newslettern weitergaben oder den Fragebogen selbst als PDF an ihre Mitglieder zusandten.

**Tab. 3:** Kooperationspartner bei der Akzeptanzbefragung 2018

	<b>Deutschland</b>
Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V.	Niedersachsen
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz	Rheinlandpfalz
veos Vertriebsgesellschaft für Obst mbH Dresden	Sachsen
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Versuchszentrum Gartenbau Straelen/Köln-Auweiler)	Nordrhein-Westfalen
	<b>Italien</b>
Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau	Südtirol

Die Befragung fand in vier Stufen statt. In der ersten Stufe wurden Meisterschüler am ESTEBURG-Obstbauzentrum in Jork schriftlich befragt. Daraufhin wurde der

Fragebogenlink im April über ein Terminfax und ein weiteres Mal in den Juli-Mitteilungen an die Mitglieder des Obstbauversuchsrings (OVR) zugesandt.

Nach einer bereits schwachen Beteiligung im Frühjahr wurde die Befragung in der dritten Stufe auf weitere Bundesländer ausgeweitet. Auch wenn die Wahl der neuen Befragungsregionen auf die nach Niedersachsen flächenstärksten Apfelanbaugebiete in Deutschland fiel, ist die Anzahl der dort ansässigen Betriebe und damit der potenziellen Umfrageteilnehmer vergleichsweise gering. Es konnte ebenso angenommen werden, dass die Knappheit jungfräulicher Flächen, aufgrund der geringeren räumlichen Konzentration in diesen Anbaugebieten, weniger stark ausgeprägt ist und somit das Problem der Bodenmüdigkeit in diesen Regionen weniger stark wiegt.

Aufgrund der weiter anhaltenden schwachen Umfragebeteiligung wurde beschlossen, die Befragung auf Südtirol und die damit größte zusammenhängende Anbauregion für Äpfel in Europa auszudehnen. Den Kontakt zu der Zielgruppe stellte der Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau her, der den Fragebogenlink ebenfalls über ein Rundschreiben digital und auf dem Postweg an seine Mitglieder weiterleitete. Mit Hilfe dieser vierten Stufe konnte eine, für die statistische Auswertung der Ergebnisse im Rahmen einer Strukturgleichungsanalyse, ausreichend hohe Anzahl an Befragungsteilnehmer gewonnen werden.

Die Rohdaten wurden zunächst aus Limesurvey in Excel exportiert, um diese zunächst deskriptiv auszuwerten. In einem weiteren Schritt wurde die Excel-Tabelle codiert und in dem Statistiksoftwareprogramm SmartPLS zur Auswertung des Strukturgleichungsmodells importiert.

### 3.2.5 Wahl des statistischen Auswertungsverfahrens

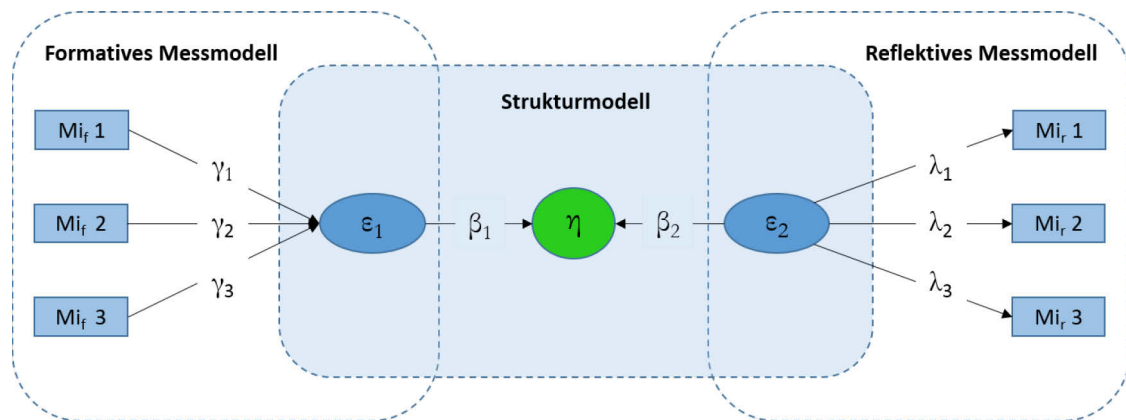
Die Strukturgleichungsanalyse gehört zu den multivariaten Analysemethoden. Ihr grundlegendes Ziel ist die Überprüfung von Forschungshypothesen im Rahmen der Kausalanalyse, womit sie auch zur Theoriebildung beiträgt. Anders als bei der Multiplen Regressionsanalyse, der Faktor- und Multivariaten Varianzanalyse oder der Diskriminanzanalyse ermöglicht sie die gleichzeitige Untersuchung der Beziehungen zwischen mehreren abhängigen und unabhängigen Variablen in einem Modell, ohne dabei die statistischen Gütekriterien zu vernachlässigen (Hair et al. 1998). In diesem Beziehungsnetzwerk erlaubt sie die Betrachtung von hypothetischen unbeobachteten

(latenten) Konstrukten unter der Einbeziehung beobachtbarer oder messbarer Indikatoren unter Berücksichtigung von Messfehlern (Hair et al. 1998; Backhaus et al. 2016). Dabei bildet sie die Schnittstelle zwischen der explorativen Analyse und der konfirmatorischen Analyse (ebd.).

Der Einfluss der latenten Konstrukte (z.B. relativer Vorteil, Innovationsneigung) innerhalb des Modells wird durch ein jeweils zugehöriges Set unterschiedlicher Indikatoren (Messvariablen) mit Hilfe von Ratingskalen abgeschätzt. Zusammen bilden diese Messmodelle latenter Variablen das “äußere Modell“ (Weiber und Mühlhaus 2014, S.71). Aufgrund von Strukturen höherer Ordnung werden hier anfangs abhängige (endogene) Variablen zu unabhängigen (exogenen) Variablen (intervenierende Variablen) in einer höhergestuften Beziehung. Das Geflecht an Kausalbeziehungen zwischen den endogenen latenten Variablen stellt das “innere Modell“ oder auch Strukturmodell bzw. Pfaddiagramm dar (ebd., Backhaus et al. 2015).

Die Bestimmung der zu untersuchenden Konstrukte, deren Indikatoren sowie ihres Beziehungsgefüges und somit des gesamten Modellaufbaus basierte nach Backhaus et al. (2016) auf Basis einer vorangegangenen eingehenden theoretischen Analyse sowie sachlogischer Überlegungen zum Untersuchungsgegenstand. Dabei können die im Voraus aufgestellten Hypothesen über die Wirkzusammenhänge bzw. Wirkrichtungen zwischen den unterschiedlichen Konstrukten sowie zu deren Indikatoren dem Ziel dienen, unter statistischer Absicherung Theorien zu überprüfen, zu entwickeln oder Prognosen abzuleiten.

Bei der Modellierung der einzelnen Messmodelle wird zwischen dem reflektiven und formativen Fall unterschieden (siehe Abb. 15). Ein reflektives Messmodell besteht dann, wenn die Messindikatoren ( $M_{ix}$ ), auch als Items bezeichnet, eine Ausprägung oder Folge eines latenten Konstruktes darstellen (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 42). Das Konstrukt ist Verursacher und somit die unabhängige Variable (ebd., S. 252–254). Das bedeutet, dass eine Änderung des Konstruktes eine Änderung der Ausprägung der Indikatorvariablen bewirkt (ebd.), womit diese selbst untereinander austauschbar und hoch korreliert sind. Die Regressionskoeffizienten stellen in diesem Fall die Faktorladungen ( $\lambda_x$ ) dar.



**Abb. 15:** Schema eines Strukturmodells mit einem formativen und reflektivem Messmodell<sup>11</sup>

Der Formative Sachverhalt ergibt sich, wenn das latente Konstrukt die Folge der Ausprägung bzw. die Linearkombination der Indikatorvariablen darstellt. Wenn sich diese ändert, so verändert sich folglich auch das Konstrukt. Die äußeren Gewichte ( $\gamma_x$ ) verstehen sich somit als Koeffizienten, die aus einer multiplen Regressionsanalyse hervorgegangen sind (Weiber und Mühlhaus 2014, S.75). Jeder Indikator definiert somit einen Aspekt des Konstruktes und ist demnach nicht austauschbar. Die Indikatoren eines Konstrukts sollten demnach nur eine geringe Korrelation zueinander aufweisen. Die Entfernung eines solchen Indikators sollte dementsprechend möglichst vermieden werden und nur auf Basis genauester statistischer und sachlogischer Abwägungen erfolgen. Somit stellt der reflektive Fall den konfirmatorischen Ansatz dar, wogegen der formative Fall den regressionsanalytischen Ansatz widerspiegelt (Weiber und Mühlhaus 2010, S. 43). Das vorliegende Akzeptanzmodell beinhaltet mit Konstrukten wie Beobachtbarkeit, relativer Vorteil und Kompatibilität sieben formative Messmodelle und mit Faktoren wie der Komplexität und Innovationsneigung vier reflektive Messmodelle (siehe Tab. 4).

<sup>11</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Kübel 2013, S.93

**Tab. 4:** Ausprägung der Messmodelle im vorliegenden Strukturmodell

Messmodell	Ausprägung
Beo <sub>x</sub> -> Beobachtbarkeit	formativ
Ek <sub>x</sub> -> Relative Vorteil	formativ
Inf <sub>x</sub> <- Informationsangebot	reflektiv
Inn <sub>x</sub> <- Innovationsneigung	reflektiv
Kh <sub>x</sub> -> KnowHow	formativ
Ko <sub>x</sub> -> Kompatibilität	formativ
Kom <sub>x</sub> <- Komplexität	reflektiv
PEOU <sub>x</sub> -> PEOU	formativ
PU <sub>x</sub> -> PU	formativ
Te <sub>x</sub> -> Testbarkeit	formativ
U <sub>x</sub> <- Umwelteinstellung	reflektiv

Zur Schätzung von Strukturgleichungssystemen existieren unterschiedliche Ansätze der multivariaten Datenanalyse (PLS-Pfadanalyse, Kovarianzstrukturanalyse). Im Gegensatz zur Regressionsanalyse, erlaubt die Strukturgleichungsanalyse komplexere Modelle mit mehr als einer Kausalhypothese zu schätzen und gestattet es, intervenierende Variablen zu integrieren (Weiber und Mühlhaus 2014, S.22ff.). Demgegenüber setzt die Regressionsanalyse voraus, dass alle Variablen direkt beobachtbar (messbar) sind. Die Strukturgleichungsanalyse dagegen ermöglicht die Schätzung von Wirkungszusammenhängen zwischen manifesten sowie auch latenten (nicht direkt beobachtbare) Variablen (ebd.). Diese werden dann mithilfe von Messmodellen und geeigneten empirischen Beobachtungsvariablen operationalisiert. Der kovarianzanalytische Ansatz, basierend auf einer konfirmatorischen Faktorenanalyse (AMOS, LISREL), betrachtet dabei die Messindikatoren als Folge oder Konsequenz der latenten Variable (ebd.).

Nach Backhaus et al. (2015, S.125) ist die konfirmatorische Faktorenanalyse demnach nur für die Schätzung reflektiver Messmodelle vorgesehen. Vereinzelt wird diskutiert, dass mit dem Softwareprogramm LISREL ebenfalls formative Konstrukte modelliert und durch das Strukturmodell geschätzt werden können, doch wird aufgrund der hierbei unterliegenden Einschränkungen der PLS-Ansatz empfohlen (Scholderer und Balderjahn, 2005, S. 93; Bliemel et al., 2005, S. 10; Fassott, 2005, S.24-25; Durst 2011; Weiber und Mühlhaus 2014, S.43). Das PLS-Verfahren ermöglicht eine Schätzung der formativen Konstrukte bereits auf der Ebene der Messmodelle (Weiber und Mühlhaus 2014, S.44).



Als varianzanalytisches Verfahren (PLS) erlaubt es zudem eine höhere Komplexität der Modellstruktur mit einer hohen Anzahl an Indikatoren (Chin und Newsted 1999, S.337). Die Kovarianzanalyse stellt dagegen höhere Anforderungen an die Daten und das Modell. So erfordert beispielsweise LISREL einen Stichprobenumfang von mindestens 200 Datensätzen (Schulze und Spiller 2010) sowie die Multinormalverteilung der beobachteten Variablen (Weiber und Mühlhaus 2014, S.74). Der auf der Varianzanalyse basierende PLS-Ansatz liefert nach Schloderer et al. (2011) ebenso robuste Ergebnisse und benötigt dafür einen deutlich geringeren Stichprobenumfang (s. a. Albers und Hildebrandt 2006, S.17f). Nach Hair et al. (2014, S.109) sollte dies mindestens das 10fache der maximalen Indikatorenanzahl formativer Konstrukte oder der maximalen Anzahl an Pfaden, die zu einem Konstrukt im inneren Modell führen, betragen. Unberücksichtigt bei dieser groben Schätzung bleiben jedoch Größen wie die Effektstärke und Reliabilität der einzelnen Konstrukte, so dass diese ehemals von Barclay et al. (1995) aufgestellt Faustformel nur als Anhaltspunkt dienen sollte (ebd.).

## 4 Ergebnisse der empirischen Analyse

In dem ersten Abschnitt der Ergebnisbetrachtung werden die Rahmenbedingungen des betrachteten Innovationssystems beschrieben. Die Unterabschnitte bilden die um den Faktor Umwelt ergänzten Elemente des Innovationsprozesses nach Malerba ab. Im zweiten Abschnitt erfolgt zunächst eine deskriptive Ergebnisauswertung des Expertenworkshops sowie der Befragung der Obstbauern im Rahmen der Akzeptanzanalyse. Die statistische Auswertung der Akzeptanzbefragung, in Form der Strukturgleichungsanalyse, beginnt im dritten Abschnitt mit einer Güteprüfung der Messmodelle, bevor das Strukturmodell als Ganzes bewertet wird.

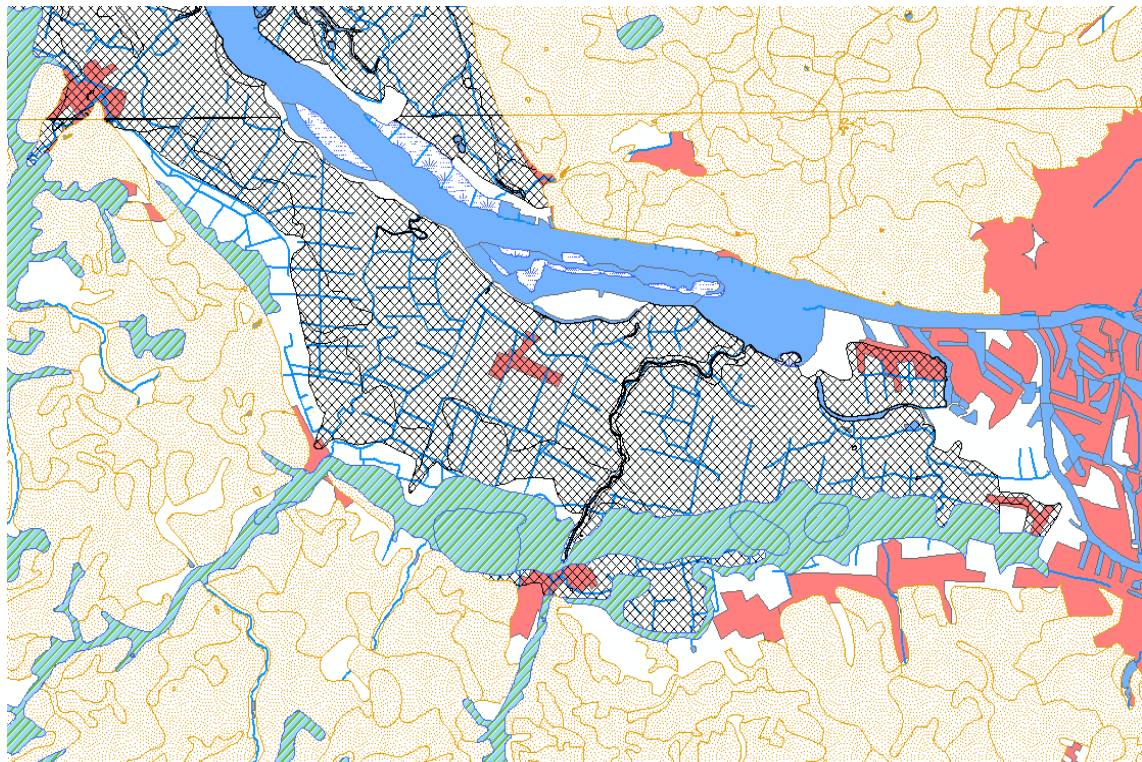
### 4.1 Äußere und innere Rahmenbedingungen nach Malerba

In den folgenden Unterabschnitten werden die Ergebnisse aus der ersten Befragung der Obstbauern im Alten Land sowie aus der Literaturrecherche zusammengefasst. An der Befragung beteiligten sich 96 Betriebe. Die Beantwortung der Fragen erfolgte zum Großteil durch die Betriebsleiter selbst. Aufgrund des geringen Anteils an Geest-Betrieben im Alten Land konnte für die Befragung leider nur eine sehr geringe Anzahl von vier Vertretern gewonnen werden. Vier weitere Betriebe hatten Flächen auf Geest und Marsch, der übrige Teil setzt sich aus reinen Marsch-Betrieben zusammen.

#### 4.1.1 Umwelt

Das Alte Land ist geprägt von einem hohen Anteil fruchtbarer Marschböden südlich der Elbe (siehe Abb. 16; grau schraffiert). Vereinzelt finden sich weit ab von der Elbe weniger fruchtbare Geestböden, die meist ackerbaulich genutzt werden (siehe Abb. 16, 17; gelb). Neben einem weit verzweigten Entwässerungsgrabensystem durchziehen Tideflüsse, wie die Aue, Lühe und Este, das Alte Land und formen zusammen eine sehr gewässerreiche Landschaft. Dennoch werden in Zukunft Themen der Wasserverfügbarkeit vermehrt eine Rolle spielen. Gründe hierfür sind zum einen das fortschreitende Trockenlegen der alten Entwässerungsgräben sowie die schrittweise Verlagerung der Brackwasserzone stromaufwärts der Elbe, hervorgerufen durch die Elbvertiefung sowie den Stromum- und -ausbau (Tiemann 2012, S.37-39; Weber und Görgens 2009, S.44; Roblick 2004, S.6).

Unter dem vorherrschenden maritimen Klima mit kühlen Temperaturen im Frühjahr und Sommer, warmen Herbstmonaten und milden Wintern, einer mittleren Tagestemperatur von 13,3 °C innerhalb der Vegetationsperiode sowie Niederschlägen im Jahr von durchschnittlich 742 mm liegen für den Apfelanbau optimale Bedingungen vor (Tiemann 2012, S. 40–44). Darüber hinaus bewirkt das vorliegende Seeklima bei Äpfeln ein besonders ausgeglichenes Zucker-/Säureverhältnis, eine sehr gute Ausprägung der Deckfarbe, ideale Fruchtgrößen sowie eine dünne verzehrfreundliche Schale (Elbe-Obst 2016).



**Abb. 16:** Marschböden im Alten Land<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: BÜK 200; Schläge 2017 Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung; DLM 250)

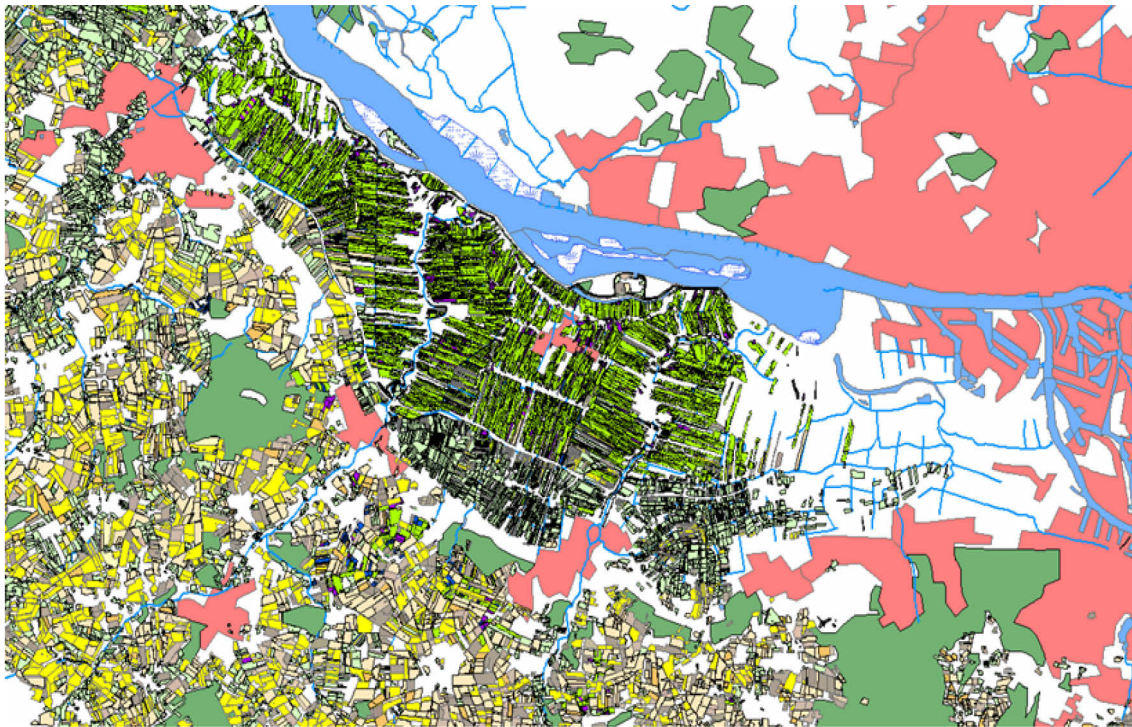


Abb. 17: Schläge im Alten Land (hellgrün: Apfel, gelb, beige: Ackerbau)<sup>13</sup>

Aufgrund des Klimawandels werden jedoch Veränderungen der natürlichen Rahmenbedingungen im Alten Land erwartet. Jurasz et al. (2008) haben mit Hilfe von Mitarbeitern des Max-Planck-Instituts und einem Klimamodell für die Zukunft des Alten Landes einen Anstieg der mittleren Wintertemperatur, eine Verringerung der Frosttage sowie eine Zunahme des durchschnittlichen Niederschlags prognostiziert. Das Obstbauzentrum in Jork berichtet über eine Temperaturzunahme innerhalb der letzten drei Jahrzehnte von nicht ganz zwei Grad Celsius (Proplanta 2018). Auch Henning et al. (2007, S. 156 – 160), zitiert nach Jurasz et al. (2008, S. 6), berechneten für die vergangenen drei Jahrzehnte nach 1976 eine durchschnittliche Verfrühung der Blütezeit im Alten Land von etwa 6 Tagen. Damit steigt die Gefährdung der Blütenknospen durch mögliche Spätfröste (ebd.). Weber und Görgens (2009) vermuten, dass die Kosten für die Frostschutzberechnung somit in Zukunft steigen werden.

Darüber hinaus erwarten Experten noch weitere negative Auswirkungen des Klimawandels für den Obstbau im Alten Land. Die höheren Temperaturen könnten dazu führen, dass alte Apfelsorten wie Boskopf, Holsteiner Cox oder Jonagold im Ertrag zurückgehen und eine schlechtere Fruchtausfärbung zeigen. So ging der Anbau von Jonagold bereits in den letzten 10 Jahren um mehr als die Hälfte zurück (Destatis 2007-

<sup>13</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: BÜK 200; Schläge 2017 Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung; DLM 250)

2017). Zudem nimmt die Wintermortalität von Schädlingen ab, sowie die Verbreitung neuer Schaderreger aus wärmeren südlicheren Gefilden zu. Bereits heute beobachten Experten des Obstbauversuchszentrums Jork einen verfrühten Erstflug des Apfelwicklers, der durch die verlängerte Wärme- und Vegetationsperiode schon vereinzelt in eine zweite Generation übergeht.

Aber auch Pilze wie *Diplodia seriata*, die verantwortlich für die schwarze Sommerfäule sind, werden durch wärmere Temperaturen begünstigt (Juroszek et al. 2009). Insgesamt steigen somit die Kosten für Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzmittel an. Aufgrund der Sommertrockenheit sehen Juroszek et al. (2009) bei Pilzen und Bakterien dennoch eher eine Abnahme der Bedeutung als Schaderreger. Sie vermuten aber insgesamt einen erhöhten Pathogendruck durch Schadorganismen wie Insekten, Unkräuter, Viren und Nematoden, die sich durch wärmere, feuchtere Winter stärker ausbreiten können (Juroszek et al. 2009, S. 169–170).

Erhöhte Sonneneinstrahlung und Temperaturen vermögen darüber hinaus eine übersteigerte Zuckereinspeicherung bei Äpfeln zu bewirken, was zu glasigen Stellen im Fruchtfleisch führt. Als Vorbeugung sind vermehrt Schnittmaßnahmen nötig, um ein ausgeglichenes Blatt-/ Fruchtverhältnis zu erreichen (Schlaghecken und Kreiselmaier 2005, S.9). Weiterhin wird eine Zunahme von Extremwetterereignissen wie starker Hagel angenommen. Für die Betriebe des Obstbaus ergibt sich somit zunehmend die Herausforderung, sich mittels Versicherungen oder beispielsweise der Investition in Hagelschutzsysteme vor Ertragsausfällen abzusichern (Weber und Görgens 2009).

Durch den Klimawandel können sich aber auch Vorteile für den Obstbau im Alten Land ergeben. So ermöglicht eine verlängerte Vegetationsperiode den Anbau neuer, vom Konsumenten stark nachgefragter Sorten wie den Braeburn, dessen Kulturfläche sich im Alten Land im letzten Jahrzehnt verdoppelt hat (Destatis 2007-2017). Für die neuen Sorten ergeben sich mit den höheren Temperaturen und der erhöhten Sonneneinstrahlung eher Vorteile, wie eine bessere Rotausfärbung (Friedrich und Theuvsen 2012). Zudem begünstigen höhere Niederschlagsmengen und längere Wachstumsperioden eine Zunahme der Erträge aufgrund größerer Fruchtkörper (ebd.). Dirksmeyer et al. (2009, S.186) gehen davon aus, dass die positiven Effekte des Klimawandels für den Produktionsgartenbau insgesamt überwiegen werden.

Auch der größere Anteil der befragten Obstbauern (57 %) nimmt den Klimawandel bisher eher positiv war. Hier wird besonders die längere Vegetationsperiode von 18



Befragungsteilnehmer, gefolgt vom Anbau neuer Sorten (n=9) und dem Erzielen höherer Erträge (n=8) genannt. Die Befragten, die eher Nachteile erkennen (43 %), nannten Gründe wie vermehrte Hagelschäden (n=11), die gesundheitliche Beeinträchtigung der Bäume beispielsweise hervorgerufen durch Schädlinge (n=8) sowie strahlungsbedingte Folgen in Form von Sonnenbrand, Hitzestress und Trockenheit (n=7).

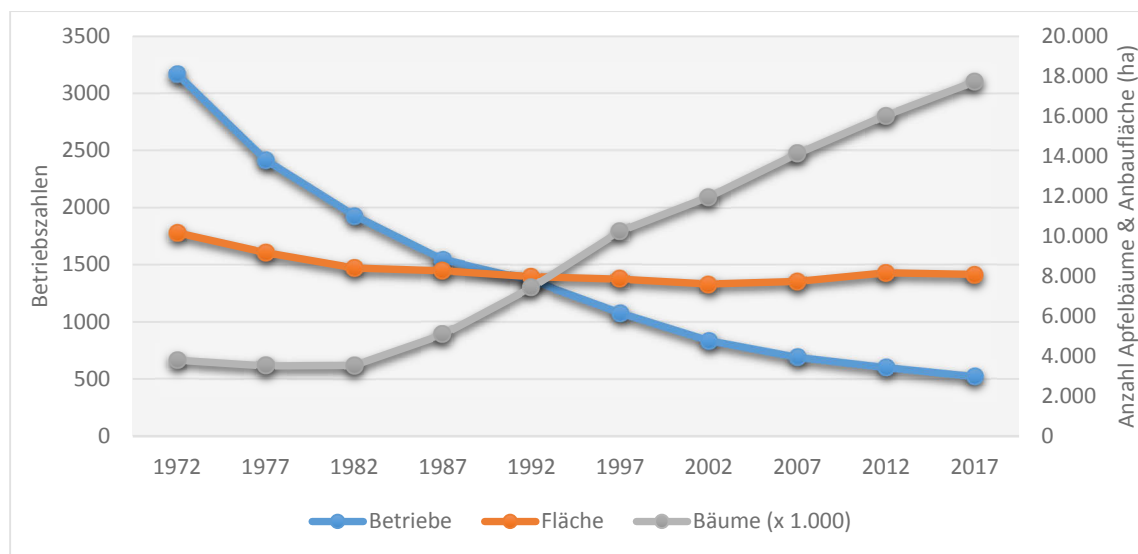
#### 4.1.2 Akteure und Organisationen

Neben dem Klimawandel zeichnen sich auch starke strukturelle Veränderungen bei den Akteuren und Organisationen innerhalb der Wertschöpfungskette Apfel ab (Destatis 1972-2017; Dirksmeyer et al. 2009, S.125; BMEL 2013; ZBG 2014b). Dieser Strukturwandel zeigt sich in einer horizontalen Konzentration, d.h. der Abnahme der Unternehmenszahlen innerhalb der einzelnen Wertschöpfungsstufen wie die der zuliefernden Baumschulen, der Obstproduzenten, der Zwischenhändler sowie des Lebensmitteleinzelhandels (LEH), die sich zum Teil gegenseitig bedingt. So bewirken die Konzentration im Lebensmitteleinzelhandel und die steigende Nachfrage nach großen einheitlichen Partien, ein kontinuierliches Wachstum der Betriebe. Doch ist dieses Betriebswachstum im Alten Land in der Regel nur möglich, wenn benachbarte Obstbauern ihren Betrieb aufgeben, die Flächen von Berufskollegen übernommen werden und so zu größeren Einheiten verschmelzen. Auch zeigt der Strukturwandel eine vertikale Konzentration. So werden vereinzelt Wertschöpfungsstufen wie die des Zwischenhandels übersprungen. Dessen Aufgaben übernehmen beispielsweise Erzeugerorganisationen, was zu kürzeren Wertschöpfungsketten und somit zu Mehreinnahmen auf den verbleibenden Stufen führen kann.

##### 4.1.2.1 Obsterzeuger

Der Strukturwandel im Obstbau bewirkt, dass die Anzahl der Betriebe im Vergleich zur Baumobstfläche deutlich stärker abnimmt (siehe Abb. 18). Seit 1972 verzeichnet Niedersachsen einen Rückgang von etwa 83 % bei den Betriebszahlen (Apfelanbau) und etwa 20 % bei der Apfelanbaufläche (Destatis, verschiedene Jahrgänge). Die Anzahl der Bäume hingegen hat sich um mehr als das Dreifache gesteigert, was für eine zunehmende Intensivierung der Produktion spricht. Die durchschnittliche Fläche pro Betrieb ist somit kontinuierlich von ca. 3,2 ha in 1972 auf etwa 15,5 ha in 2017 gestiegen (ebd.).

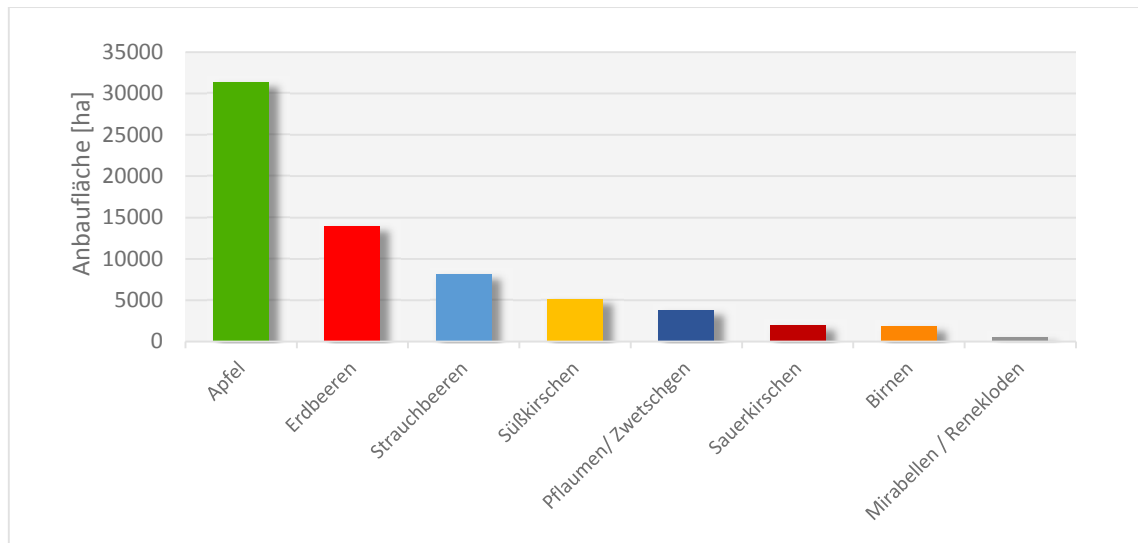
Deutschlandweit wurden im Jahr 2017 rund 77 % der Baumobstflächen (Apfel) von nur 22 % der Baumobstbetriebe bewirtschaftet, welche zu den großen Betrieben mit einer Baumobstfläche von 10 ha und mehr zählen. Dagegen entfallen etwa 12 % der Flächen auf 65 % der Betriebe mit einer Baumobstfläche bis zu 5 ha (ebd.). Dies zeigt, dass der Großteil an deutschen Äpfeln in spezialisierten Vollerwerbsbetrieben produziert wird (ZBG 2014a, S.1). Doch auch im spezialisierten Obstbau wird ein Großteil der Arbeiten durch Familienarbeitskräfte bewerkstelligt (Dirksmeyer et al. 2009, S.20; Bokelmann 2009, S. 122). Grund für die vergleichsweise kleinstrukturierten Betriebe sind die geringen Mechanisierungsmöglichkeiten im Baumobstanbau, die die Möglichkeit Skaleneffekte zu generieren stark begrenzen und die Produktion somit häufig im Nebenerwerb verbleibt (Dirksmeyer et al. 2009). In der Bodenseeregion, wo die durchschnittliche Betriebsgröße etwa 4 ha entspricht, wird dies besonders deutlich (ZBG 2014a).



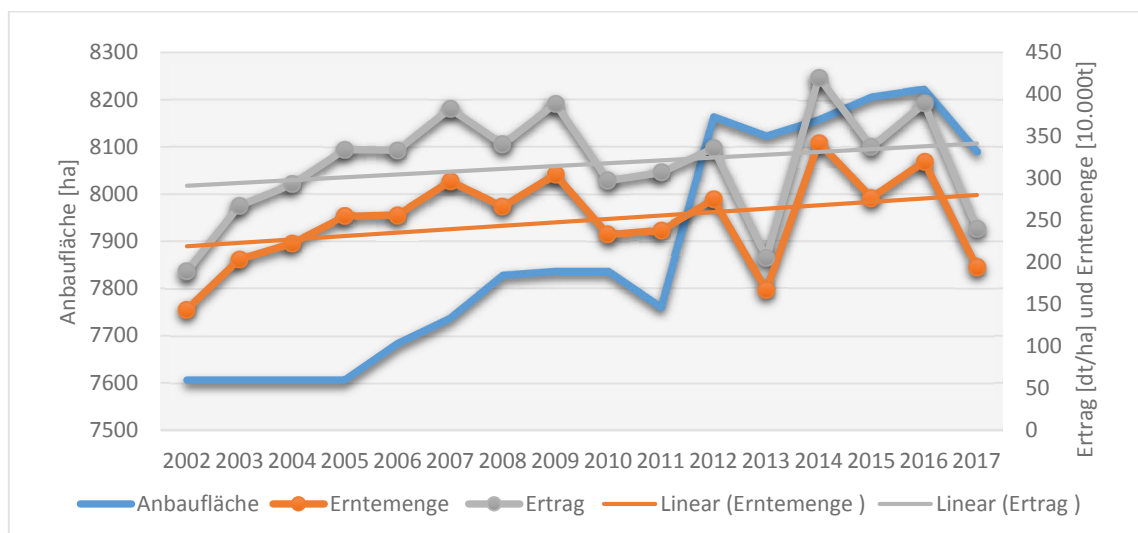
**Abb. 18:** Strukturwandel in der Apfelproduktion in Niedersachsen<sup>14</sup>

Die durchschnittliche Produktionsfläche der Baumobstbetriebe in Deutschland beträgt im Jahr 2017 etwa 7 ha, von denen etwa 5 ha auf den Apfelanbau entfallen (Destatis 2017a, S.8). Nach Äpfeln nehmen Erdbeeren, die ebenfalls der Familie der Rosaceae angehören, einen bedeutenden Anteil der gärtnerischen Nutzfläche ein. Von den Obstkulturen dominieren neben Äpfeln in erster Linie die Strauchbeeren den Anbau, gefolgt von Süßkirschen, Pflaumen und Zwetschgen (siehe Abb. 19).

<sup>14</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: Destatis, verschiedene Jahrgänge)



**Abb. 19:** Anbauflächen der Obstkulturen und Erdbeeren in Deutschland im Jahr 2015<sup>15</sup>



**Abb. 20:** Entwicklung der Anbaufläche und Ernteergebnisse in Niedersachsen von 2002-2017<sup>16</sup>

Die Obstbauerzeugung erfolgt heute regional sehr konzentriert. Mit der Zeit bildeten sich einzelne spezialisierte Zentren heraus. Die zwei größten Zentren für den Apfelanbau befinden sich in Baden-Württemberg am Bodensee mit etwa 12.000 ha und in Niedersachsen an der Niederelbe mit ungefähr 8.000 ha Apfelanbaufläche (ebd.). Zusammen umfassen sie 60 % der Apfel-Produktionsfläche in ganz Deutschland, auf der sie ca. 62 % der gesamten Apfelerntemenge produzieren (NE: ~296.000 t; BW: ~275.000 t) (Destatis 2008-2017). Darauf folgen Sachsen mit rund 90.000 t und Nordrhein-Westfalen mit 60.000 t Äpfeln. Des Weiteren stammen 20 % der deutschen Birnen (7.600

<sup>15</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: Destatis)

<sup>16</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: Destatis)



t), 13 % der Süßkirschen (4.000 t), 9 % der Pflaumen (4.200 t) und 1 % der Sauerkirschen (200 t) von den Obstbauern der Niederelbe (Destatis 2008-2017).

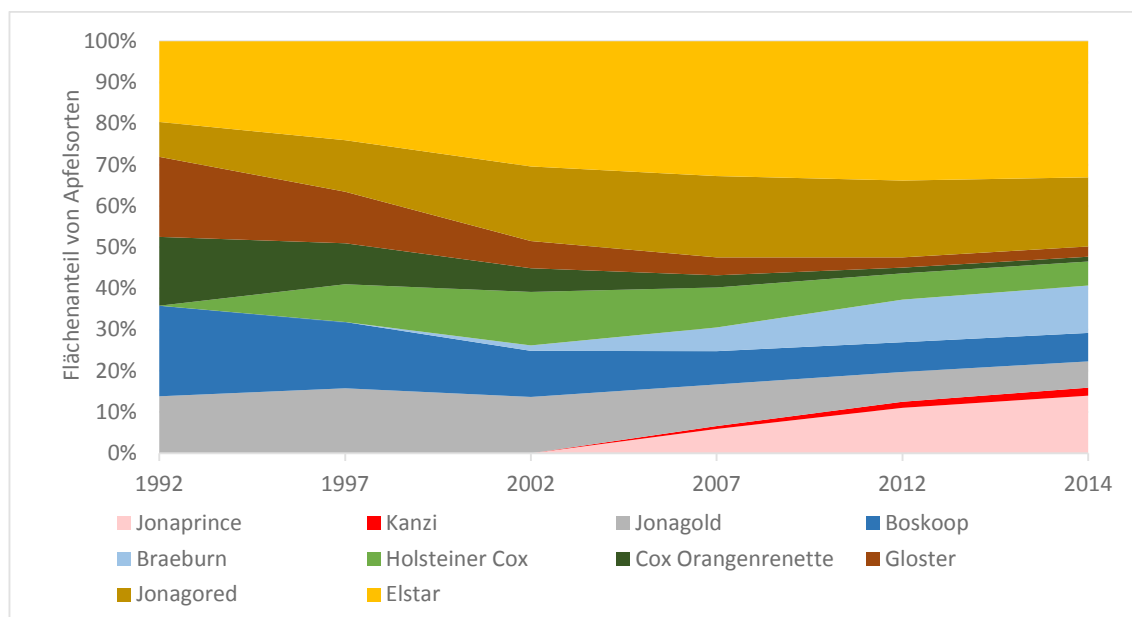
Die Ertragszahlen der Apfelproduktion in Niedersachsen schwankten in den letzten 15 Jahren um einen Betrag von etwa 52 dt/ha um einen mittleren Wert von 316 dt/ha, bei einem Spitzenwert von 420 dt/ha im Jahr 2014 und einem Tiefstand von 189 dt/ha im Jahr 2002 (siehe Abb. 20). Hauptgrund für diese meist in einem Zwei-Jahres-Zyklus auftretenden, als Alternanz bezeichneten Ertragsschwankungen, ist ein Ungleichgewicht von Kohlenhydraten und Phytohormonen. Ein weiterer Auslöser sind Spätfröste, die ebenfalls zu ertragsärmeren Jahren führen können (Damerow et al. 2007, S. 3). Dennoch ist in den vergangenen 15 Jahren, ein Aufwärtstrend in der Ertragsentwicklung zu erkennen (Destatis 2002-2017).

Der Wirtschaftszweig Obstbau stellt an der Niederelbe einen wichtigen Arbeitgeber dar. Nach Görgens (2012) bewirtschaften hier etwa 650 Familienbetriebe eine Fläche von rund 10.000 ha Baumobst und etwa 400 ha Beerenobst. Etwa 2.100 Vollarbeitskräfte arbeiten in der Produktion, weitere 1.500 im Handel (ebd.). Nach Angaben der Elbe-Obst (2019) nimmt die Apfelproduktion bereits heute insgesamt etwa 90 % der Flächen an der Niederelbe in Anspruch. Im Zeitraum 2008 bis 2015 konnte ein Anstieg von 5 % und in gesamt Niedersachsen im Zeitraum 2002 bis 2016 von 8 % erfasst werden. Alle weiteren Kulturen verzeichneten in diesem Zeitraum eine Abnahme der Anbaufläche (ebd.). Mit einem Ertrag von insgesamt etwa 300.000 t Äpfeln erwirtschaften die Obstbauern im Alten Land einen Produktionswert von ca. 170 Mio. € pro Jahr, wovon etwa 12 Mio. € jährlich reinvestiert werden (ebd.). Auch nach Aussage der Experten sind in den vergangenen Jahren Baumobstflächen hinzugekommen. In der Stader Geest sollen es beispielsweise etwa 500 ha und in Kehdingen rund 1.000 ha sein. Etwa 90 % der Betriebe produzieren nach den Richtlinien der Integrierten Produktion, die restlichen 10 % nach den Grundregeln des Ökologischen Landbaus (ebd.).

Der Großteil der Apfelsorten (87 %) wird dem Tafelobst zugeschrieben. Nur ein geringer Anteil von ca. 13 % fällt dem Wirtschaftsobst zu (BMEL 2014). Insgesamt konzentriert sich der Apfelanbau auf nur wenige Sorten. Zu den im Zeitraum 1992 bis 2014 dominierenden Apfelsorten in Niedersachsens zählten die Sorten "Elstar" mit 28 % der Apfelanbauflächen, gefolgt von "Jonagored" mit 15 % sowie "Boskoop" und "Jonagold" mit jeweils 11 %. Die Züchtung neuer Sorten wie "Braeburn", "Jonaprince" und "Kanzi" führten zu einem Rückgang ehemals bedeutender Sorten wie "Gloster", "Cox Orange"

und auch “Boskoop“ (siehe Abb. 21). Nach Aussage der Experten dominierte auch bei den Neuanpflanzungen in 2014/15 die Sorte Elstar mit etwa 40 %, gefolgt von Jonagoldsorten und der Sorte Braeburn mit ca. 10 %.

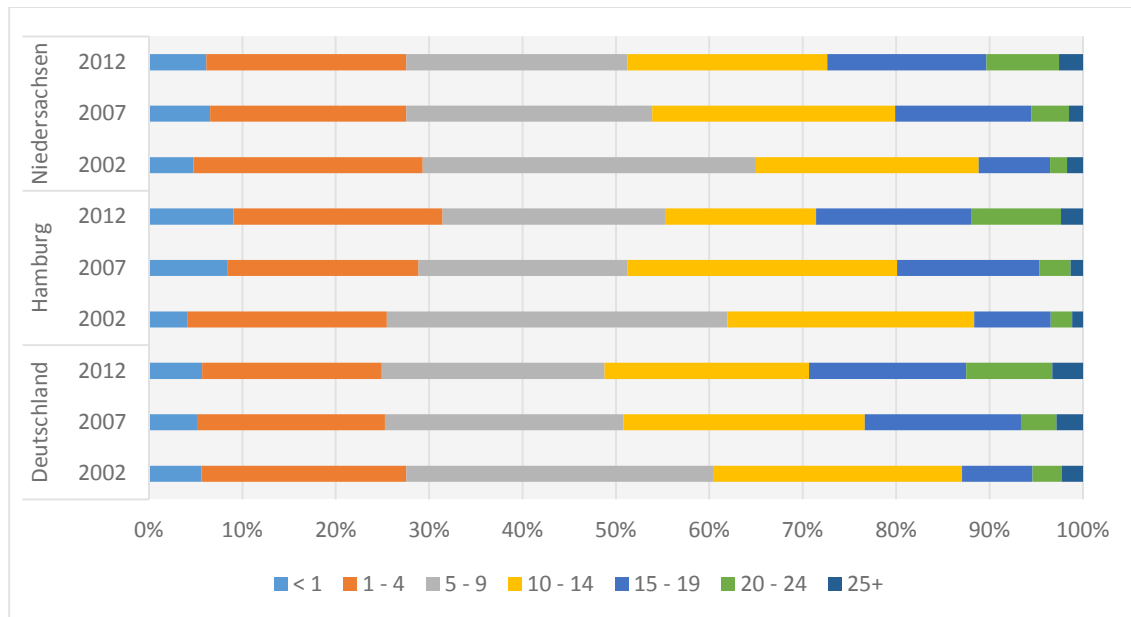
Auch in der Stichprobe der Befragung überwiegt der Elstar (35 %) deutlich vor Red Jonaprince (15 %) und Braeburn (15 %). Die Sorte Jonagored steht hier nur auf 4 % der Flächen. Auch in Zukunft sind vor allem der weitere Anbau von Elstar sowie der Clubsorte Kanzi geplant. Auch die Sorte Wellant, ein für Allergiker verträglicher Apfel mit mittelstarken bis starken Wuchseigenschaften (Hoehne 2018), wird häufig genannt.



**Abb. 21:** Flächenentwicklung von Apfelsorten an der Niederelbe<sup>17</sup>

Des Weiteren zeigen vergangene Erhebungen zur landwirtschaftlichen Bodennutzung (Baumobstflächen), dass das Durchschnittsalter der Plantagenbäume steigt (siehe Abb. 22). Der Anteil an Bäumen im Alter von 5-9 Jahren ist in Niedersachsen zwischen 2002 und 2012 um etwa 12 % zurückgegangen. Demgegenüber stieg der Anteil der Bäume im Alter zwischen 15 und 24 Jahren um insgesamt 15 %.

<sup>17</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: NLS 1992-2014)



**Abb. 22:** Entwicklung der Altersstruktur der Apfelbaumflächen im Erwerbsanbau in Hamburg, Niedersachsen und Deutschland von 2002 bis 2012<sup>18</sup>

Der Anteil von Bäumen im Alter unter 5 Jahren ist annähernd konstant geblieben (Destatis 2015). Auch war in der Stichprobe ersichtlich, dass  $\frac{1}{4}$  der Apfelplantagen das Alter von 18 Jahren erreicht hat. Rodungen erfolgen hier nach Angaben der Befragten meist aus Gründen der Sortenwahl sowie des Alters.

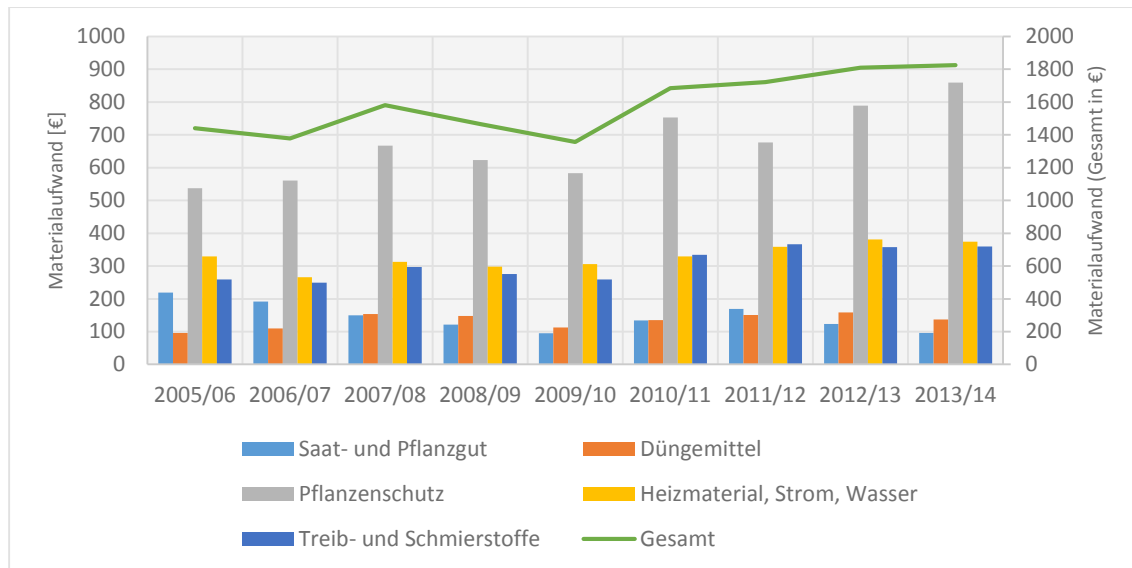
Das Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e.V. erhebt in Deutschland in der Reihe “Kennzahlen für den Betriebsvergleich im Gartenbau“ betriebswirtschaftliche Daten von etwa 870 Gartenbauunternehmen mit einem Schwerpunkt der Betriebe in Niedersachsen. Hierbei erfolgt eine Unterteilung der Kennzahlen nach erfolgreichen Betrieben (1.Drittel), weniger erfolgreichen Betrieben (3.Drittel) und dem Mittel aller Betriebe.

Die Kennzahlen des ZBG lassen für den Obstanbau erkennen, dass die Arbeitsintensität in allen Gruppen abnimmt. Am stärksten ist der Rückgang jedoch beim 1. Drittel (siehe Anhang Abbildung A.5). Dies lässt unter anderem auf eine Zunahme der Mechanisierung und Rationalisierung schließen. Gleichzeitig ist die Flächenproduktivität (Betriebs-einkommen/ha) im 1. Drittel gestiegen, wogegen sie in den Betrieben des 3. Drittels und im Durchschnitt aller Betriebe annähernd auf einem Niveau verharrt. In Zusammenhang mit der steigenden Betriebsgröße und der gestiegenen Anzahl von Bäumen pro Hektar spricht dies ebenso für eine Intensivierung des Obstbaus. Ein Grund hierfür kann im Fortschritt auf dem Gebiet der Pflanzenzucht liegen, wodurch es gelungen ist, immer

<sup>18</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: Destatis 2015)

kleinere ertragsreiche Obstgehölze anzubieten (Tschusov et al. 2010). Auf zunehmende Betriebsmodernisierungen lässt ein positiver Trend bezüglich des Anlagevermögens (ohne Boden) des 1. Drittels sowie dem Durchschnitt aller Betriebe schließen (siehe Anhang Abbildung A.6). Das 3. Drittel weist dagegen einen negativen Trend auf. Der Reinertrag zeigt für alle Gruppen insgesamt einen positiven Trend. Am stärksten ist der Anstieg jedoch bei den Betrieben des 1. Drittels. Im Mittel gelingt es den Betrieben partiell seit der Saison 2006/07 die Verzinsung des eingesetzten Kapitals (GK) sowie den Lohnansatz für nichtentlohnte Familien-AK zu decken. Dabei ist hinsichtlich einer angemessenen Verzinsung zu berücksichtigen, dass auf dem Kapitalmarkt zurzeit die Verzinsung gegen 0 % tendiert. Nur Betriebe des 1. Drittels konnten in den letzten zwei Jahrzehnten nahezu durchgängig ihre jährlichen Produktionskosten sowie Aufwendungen für Familien-AK und Kapital mit dem erwirtschafteten Betriebsertrag decken und erzielten darüber hinaus einen Unternehmergewinn. Dagegen konnten die Betriebe des 3. Drittels in den vergangenen 20 Jahren bis auf eine Ausnahme ihre Aufwendungen für Arbeit, Boden und Kapital nicht decken. Dies macht deutlich, dass auch hier im Obstbau ein Teil der Familienbetriebe partiell auf Einkommen verzichtet. Nach Ansicht der Experten sind diese Betriebe besonders gefährdet.

Darüber hinaus steigen die durchschnittlichen Aufwendungen für Saat- und Pflanzgut, Düngemittel, Pflanzenschutz sowie Heizmaterial, Strom, Wasser aber auch für Treib- und Schmierstoffe über die Jahre kontinuierlich (siehe Abb. 23). Ruhm et al. (2008) ermitteln eine Kostensteigerung im Zeitraum 2000/01 bis 2005/06 von 27 %. Einen weiteren Anstieg von ebenfalls 27 % verzeichnet die Periode 2005/06 bis 2013/14 (BMEL 2007-2015).



**Abb. 23:** Entwicklung der Aufwendungen für Betriebsmittel<sup>19</sup>

Die an der Befragung beteiligten Baumobstbetriebe wirtschaften zu 94 % im Haupterwerb mit durchschnittlich 37 ha Betriebsfläche, die sich jeweils etwa zur Hälfte in Eigentum und Pachtland aufteilt. Die Anzahl der nicht-entlohnenden Familienarbeitskräfte in der Stichprobe liegt bei durchschnittlich 1,7 Fam-AK, die der festangestellten Vollzeit- und Teilzeit-Arbeitskräfte bei ungefähr jeweils etwa 2,5 AK. Auf insgesamt etwa 66 % der Betriebsfläche werden Äpfel angebaut. Etwa ein Drittel der Befragten plant eine Ausweitung der Apfelflächen, wogegen etwa 15 % eine Reduktion dieser Flächen vorsehen. Die Hälfte der Befragten besitzen ein eigenes DCA- oder ULO-Lager. Zum Teil werden neben den eigenen Lagern auch zusätzlich Gemeinschaftslager und Kühllhäuser genutzt. Darüber hinaus nutzen etwa ein Drittel der Befragten die Lager der Elbe-Obst Erzeugerorganisation r. V. oder anderer Erzeugerorganisationen. Insgesamt sind aber etwa Dreiviertel der Betriebe in den zwei regionalen Erzeugerorganisationen Elbe-Obst und Marktgemeinschaft Altes Land Erzeugerorganisation für Obst GmbH (M.A.L.) organisiert, worüber etwa 90 % der Ware abgesetzt wird. Die restliche Ware wird ab Hof/ Feld und über Wochenmärkte direkt abgesetzt (Gonzalez und Weiß 2011, S. 149), wobei im Besonderen die Marktnähe zur Metropolregion Hamburg hilft.

Nach der Literaturrecherche verzeichnet eine von der Bodenmüdigkeit betroffene Apfelplantage Ertragseinbußen bis zu 50 % (Szabo, 2001). Laut Aussagen der befragten Obstbauern konnte im Durchschnitt ein Ertragsausfall von etwa 26 % auf der Marsch

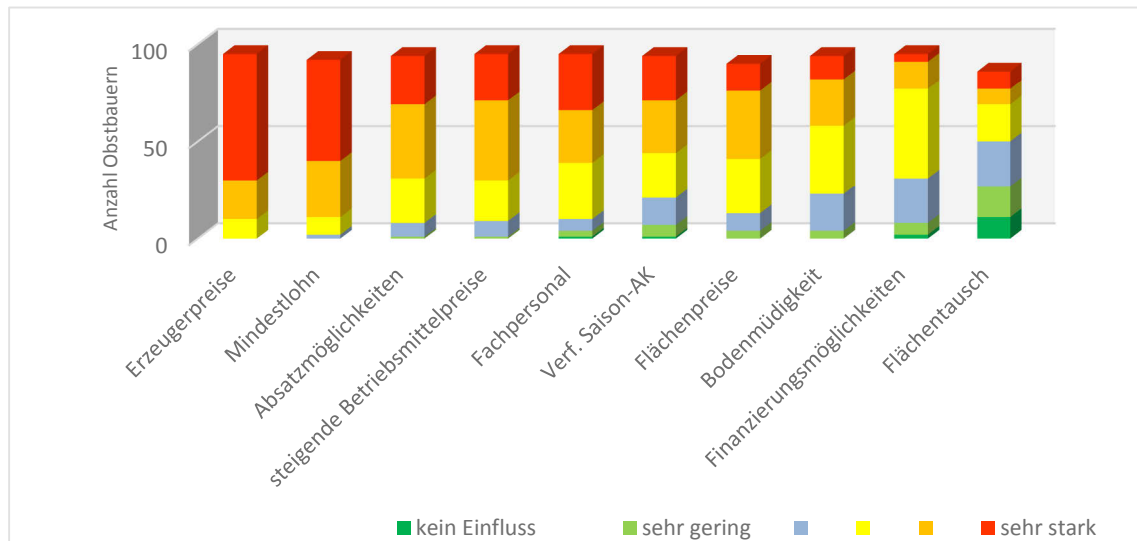
<sup>19</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: BMEL 2007-2015)

ermittelt werden. Spethmann und Wilstermann (2003, S. 59) gehen ebenfalls von einem Wert um die 30 % aus. Auf Marschböden wiegt nach Aussage der Experten das Problem der Bodenmüdigkeit im Vergleich zu Geestflächen deutlich geringer. Doch nach mehrfachem Nachbau werden auch hier Probleme deutlich, die man zuvor durch Sorten- sowie Unterlagenwahl und kulturtechnische Maßnahmen gut in den Griff bekommen hat. Auch soll der Minderertrag nur einen Teil der Problematik widerspiegeln. Es sind nach Aussagen der Experten insbesondere auch Mängel in der äußeren und inneren Qualität der Früchte, wie eine ungenügende Rotausfärbung zu erkennen, mit der sich die Vermarktungsbedingungen verschlechtern. Unterschiede bezüglich der Stärke der Nachbaufolgen lassen sich auch mit den Bodenpunkten in Verbindung setzen. So gibt es Marschböden die bei geringer Bodenzahl stärker betroffen sind als Marschböden mit hoher Bodenzahl. Gleiches trifft auch für Geestflächen zu. Die Reduktion der Fahrgassenbreite von 4 m auf 3,5 m bewirkt, dass bei einem Wechsel des Pflanzstreifens in die Fahrgasse, bei gleichen Reihenabständen, nicht für jede neue Reihe jungfräulicher Boden gewährleistet ist.

Insgesamt befinden sich die Obstbauern der Stichprobe bereits auf etwa Dreiviertel ihrer Flächen im Nachbau. Ein Tausch mit umliegenden landwirtschaftlichen Flächen betrachten 2/3 der Befragungsteilnehmer, besonders aufgrund der Entfernung zum Hof, der hohen Investitionskosten für eine neu anzulegende Infrastruktur (Drainage, Beregnungssystem, Gerüst- und Zaunbau), des Grünlandumbruchsverbots sowie der mangelnden Bereitschaft der Landwirte zum Tausch, als nicht vorstellbar. Die maximale Entfernung, die die Obstbauern bereits sind, für die Bewirtschaftung neuer Flächen in Kauf zu nehmen, liegt bei durchschnittlich 5,6 km ab Hof.

Die Nachbauproblematik als solche wird von den befragten Obstbauern auf der Marsch mittel bis weniger problematisch eingestuft. Einen vergleichsweise stärkeren Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit und die Produktion haben nach Auskunft der befragten Obstbauern der LEH, die Konkurrenz aus dem Ausland und damit in erster Linie die Erzeugerpreise. Auch der neue gesetzliche Mindestlohn, die Verfügbarkeit von Arbeitskräften, hier insbesondere Fachpersonal, und steigende Betriebsmittel- und Flächenpreise wiegen in ihrer Bedeutung höher (siehe Abb. 24). Dennoch waren bezogen auf die Stichprobe bereits 15 Obstbauern gezwungen, eine neue Parzelle aufgrund von Bodenmüdigkeit wieder zu roden. Doch bei wuchsstarken Sorten werden sogar vereinzelt Vorteile gesehen, wie eine Abnahme erforderlicher Schnittarbeiten im Bestand. Baab und

Henfrey beobachten jedoch eher eine Ausweitung des Anbaus neuer schwachwachsender Sorten (Baab und Henfrey 2015b, S.13).



**Abb. 24:** Stärke des Einflusses einzelner Faktoren auf die Apfelproduktion im Alten Land<sup>20</sup>

Da die genaue Ursache der Bodenmüdigkeit noch nicht bekannt ist, konzentrieren sich die Betriebe bisher auf Maßnahmen, die die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen im Allgemeinen verbessern und nützliche Bodenorganismen stärken. Beispiele hierfür sind Pflanzlochzugaben und die Gründüngung mit Tagetes. Pflanzlochzugaben werden von den Obstbauern in Form von Kompost (n=20), Pflanzerde (n=19), Depotdünger (n=17), Champost (n=14) und Mikroorganismen (n=5) zugefügt. Letztere sind in ihrer Wirksamkeit unter den Obstbauern der Stichprobe besonders umstritten. Eine gute Wirksamkeit versprechen sich die Anbauer durch eine Unterbrechung der einseitigen Kulturführung mit einer neuen Hauptkultur, den Bodentausch, das Tieferpflanzen, eine neue Sorten-Unterlagen-Kombination, den Einsatz von Champost und eine zusätzliche Düngung. Als sehr gering in der Wirksamkeit gelten die Einarbeitung von Senfmehl und das Abfahren von Wurzelresten. Maßnahmen, die am häufigsten gegen Bodenmüdigkeit ergriffen wurden, sind die Tiefenlockerung, eine tiefere Pflanzung, das Abfahren von Wurzelrückständen und eine stärkere Düngung. Die am häufigsten angewandte und zugleich als wirksamste betrachtete Maßnahme ist die Pflanzung in jungfräuliche Böden oder in die Fahrgasse. Jedoch ist dieses Verfahren immer seltener möglich, da die Verfügbarkeit gut erreichbarer jungfräulicher Flächen abnimmt. Maßnahmen die nur selten angewandt werden, sind das Bodendämpfen, der Bodentausch sowie die chemische

<sup>20</sup> Eigene Darstellung (Daten aus eigener Befragung)

Bodenentseuchung. Letztere wurde nach Expertenauskunft im Alten Land jedoch nur selten verwendet, da hier unter anderem Probleme bezüglich der geringen Bodentemperaturen während des Anwendungszeitfensters bestanden. Zudem wurde angemerkt, dass der bisher regelmäßig stark ansteigende Wasserspiegel, positiv auf das Problem der Bodenmüdigkeit wirkt und darüber hinaus in der Region verstärkt starkwüchsige Sorten angebaut werden.

Der Empfehlung von Baab und Henfrey (2015a), möglichst Unterlagen der AA-Qualität zu verwenden, um das Wachstum zu fördern, kommen nicht alle Obstbauern nach. Die Befragung ergab, dass 55 der 91 befragten Obstbauern aus dem Alten Land Baumschulgut der Qualitätsstufe A+ und weitere 20 Anbauer Pflanzgut der Klasse A einsetzen. Von den erwähnten 55 Obstbauern gaben 20 an, dass die Bodenmüdigkeit ein großes bis sehr großes Problem für den eigenen Betrieb darstellt. Auch führten 21 Obstbauern, die Baumschulgut der Qualitätsstufe A+ verwenden, Ertragseinbußen aufgrund von Bodenmüdigkeit an. Des Weiteren wird den Empfehlungen von Baab und Henfrey (2015b) aber insoweit gefolgt, dass 41 Obstbauern bei Neuanpflanzung eine Tiefenlockerung durchführen, 29 stärkere Düngergaben bereitstellen und 24 den Pflanzabstand reduzieren. Ein Wechsel von der, auf den fruchtbaren Böden im Alten Land bevorzugten, schwach wachsenden Unterlage M9 auf eine gutwüchsige Unterlage wie die M25 geht nach Expertenauskunft häufig mit großen Risiken und großen Veränderungen der Kulturführung einher. Auch ist nicht abzusehen, wie sich die besseren Wuchseigenschaften nach den schwachen ersten 5 Standjahren bei Bodenmüdigkeit auf die Kulturführung auswirken wird und ob sie darauffolgend ein Problem bzgl. eines übermäßigen Aufwandes an die Pflege darstellen können. Zudem ist mit langen Lieferzeiten der Stecklinge zu rechnen, was eine lange Vorausplanung erfordert.

#### 4.1.2.2 Baumschulen

Ebenso wie der Obstbau ist auch der Baumschulsektor von einem voranschreitenden Strukturwandel geprägt. Die Flächenkonkurrenz zum Energiepflanzenanbau (Biogas/Mais), steigende Betriebskosten und der zunehmende Preisdruck führen zu einer Abnahme der Betriebszahlen sowie der Baumschulflächen, verbunden mit einem Anstieg der Betriebsgrößen (ZBG 2014b, BMEL 2013). Die Anbauggebiete konzentrieren sich dabei immer mehr auf den Norden Deutschlands (Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen). Nach der aktuell vorliegenden Baumschulerhebung des



Statistischen Bundesamts aus dem Jahr 2017 ist die Anzahl der Baumschulbetriebe in Deutschland im Zeitraum 2004 bis 2017 um etwa die Hälfte auf 1.714 Betriebe gesunken (Destatis 2004-2017). Am stärksten zeigt sich dieser Rückgang in der Gruppe der KMU. Dabei wird der Bereich Erwerbsobstanbau nach Expertenauskunft in Deutschland lediglich nur von zwei Baumschulen dominiert. Im gleichen Zeitraum ist die Baumschulfläche um nur 17 % auf 18.613 ha im Jahr 2017 zurückgegangen (ebd.). Damit beträgt die Baumschulfläche im Jahr 2017 in etwa 8 % der gärtnerischen Nutzfläche Deutschlands. Dieser Anteil entsprach im Jahr 2004 noch etwa 12 % und verzeichnet damit einen deutlichen Rückgang (Destatis 2004-2017). Gezählt werden an dieser Stelle alle landwirtschaftlichen Betriebe mit einer Mindestfläche von 0,5 ha, auf der Baumschulgewächse produziert werden. Dabei erfolgt keine Unterscheidung zwischen reinen Baumschulen und Betrieben mit Baumschulflächen. In der Agrarstrukturerhebung aus dem Jahr 2016 wurde diese Unterscheidung noch getroffen (Destatis 2016a). Hier wurden 2.247 Betriebe mit Baumschulkulturen im Freiland mit einer Baumschulfläche von 19.278 ha und darunter 1.492 Baumschulen mit einer Baumschulfläche von 17.733 ha gezählt. Damit entspricht der Anteil der Baumschulen an der Gesamtzahl der Baumschulgewächse produzierenden landwirtschaftlichen Betriebe etwa 66 %, die Baumschulfläche jedoch 92 % (ebd.).

Etwa 59 % der Betriebe mit Baumschulflächen betreiben zusammen lediglich 11 % der Flächen (Destatis 2004-2017). Hierbei handelt es sich um Betriebe mit einer Baumschulfläche bis zu 5 ha. Wie gering der Anteil reiner Baumschulunternehmen hierbei ist, lässt sich nur vermuten. Auf der anderen Seite bewirtschaften nur 17 % der Betriebe, die mit einer Grundfläche ab 15 ha zu den großen Betrieben zählen, etwa 70 % der Flächen (siehe Anhang Abbildung A.1). Ein Vergleich der Erhebungsdaten von Betrieben ab dem Jahr 2004 zeigt auf dem ersten Blick keine wesentliche Veränderung dieses Verhältnisses (ebd.). Hier umfassten 13 % der Betriebe ( $\geq 15$  ha) etwa 62 % der Fläche und 64 % der Betriebe ( $\leq 5$  ha) etwa 16 % der Baumschulfläche.

Dennoch macht sich auch hier, wie in anderen Bereichen des Gartenbaus und der Landwirtschaft, der Strukturwandel bemerkbar. Deutlich wird dies bei näherer Betrachtung der Abnahmen in Bezug auf die Größenklassen der Betriebe. Hierbei zeigt sich eine Abnahme der Betriebsflächen von etwa 46 % in den Größenklassen bis 5 ha und in den Klassen ab 15 ha ein Rückgang von nur durchschnittlich 17 % (ebd.). Im Vergleich hierzu beträgt die Abnahme der Betriebszahlen bei den kleineren Betrieben ebenfalls

46%, jedoch war der Rückgang der Betriebszahlen im Vergleich zum Flächenrückgang bei den größeren Betrieben mit 26% nicht so stark ausgeprägt. Somit zeigt sich auch hier, dass vor allem die großen Betriebe weiter wachsen. Auch ist zu erkennen, dass mit einem Wert von 14 % die Abnahme der Baumschulfläche der Betriebe mit einer Grundfläche von mehr als 50 ha am geringsten ist. Am größten ist sie bei Betrieben mit einer Grundfläche von 1-5 ha (-48 %) (siehe Anhang Abbildung A.12). Insgesamt betrachtet, fällt die Zahl der Betriebe mit Baumschulflächen um durchschnittlich 42 %. Die Baumschulfläche dagegen nimmt im gleichen Zeitraum um etwa 27 % ab. So ergibt die Projektion der Anzahl der Betriebe auf die Baumschulfläche im Jahr 2017 eine durchschnittliche Betriebsgröße von etwa 11 ha. Im Jahr 2004 waren es noch 7,5 ha. (Destatis 2004-2017)

In dem gleichen Zeitraum sind die betrieblichen Erträge und Aufwendungen sowie der Gewinn pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche stark gesunken. Demgegenüber ist der Gewinn pro Unternehmen deutlich gestiegen. Am stärksten ist die Zunahme der durchschnittlichen Betriebsgrößen in Brandenburg (+140 %) und Niedersachsen (+80 %). Auch zählen die Betriebe Brandenburgs mit durchschnittlich 23 ha und Niedersachsens mit 12 ha, neben Schleswig-Holstein mit 14 ha und Nordrhein-Westfalen mit 11 ha zu den Größten in der Baumschulproduktion. Kleiner sind dagegen die Betriebe in Thüringen mit durchschnittlich 5 ha, sowie in Hessen und dem Saarland mit im Mittel jeweils 6 ha Baumschulfläche. Die Betriebe werden fast ausschließlich im Haupterwerb bewirtschaftet. Dabei ist im Vergleich zum Erwerbsobstbau der Anteil an dauerhaft/ vollbeschäftigten Arbeitskräften deutlich höher und der Anteil an Familien-AK vergleichsweise gering (Dirksmeyer et al. 2009, S.31). Die Anzahl der Arbeitskräfte ist zwischen 2004 und 2017 nur geringfügig von einem Wert von etwa 4,5 AK auf 5,9 AK gestiegen. (BMEL 2004-2017)

Die regionale Verteilung der Baumschulflächen konzentriert sich mit zusammen 64 % der Fläche im Wesentlichen auf die Länder Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein (siehe Anhang Abbildung A.3). Die starke Konzentration der Baumschulen in nur wenigen Produktionszentren deutet auf ein hohes Know-How in diesen Regionen hin. Die Verteilung im Vergleich zu 2004 hat sich nur unwesentlich verändert. Lediglich in Brandenburg kann eine leichte Steigerung der Baumschulflächen von 2 % ermittelt werden. Betriebe, die Obstunterlagen erzeugen, sind insbesondere in Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und Bayern vertreten.

Die Veredlung von Obstgehölzen erfolgt seit 2012 mit zunehmender Tendenz ebenfalls überwiegend in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen. Niedersachsen, zuvor an Platz drei, ist aufgrund abnehmender Betriebszahlen nunmehr an vierter Position. Dies kann insbesondere auch bei den Erzeugern von Obstunterlagen beobachtet werden (siehe Anhang Abbildung A.4). Zu den Produktionsflächen der Obstunterlagen fehlen einzelne Daten, weswegen hier nur ungenügend Aussagen getroffen werden können. Flächen auf denen veredelte Obstgehölze produziert werden, weisen seit 2012 einen deutlichen Anstieg in Sachsen-Anhalt (+47 %) und Nordrhein-Westfalen (+34 %) auf. Insgesamt beträgt die Zunahme für Deutschland 16 %. (Destatis 2004-2017)

Die Aufgaben der Baumschulen innerhalb der Wertschöpfungskette betreffen die Produktion standortangepasster Veredlungsunterlagen sowie die Veredlung selbst. Man unterscheidet somit Unterlagen-Baumschulen und Baumschulen, die sich auf die Veredlung spezialisieren. Mit einem Anteil von 87 % der Flächen erfolgt der Großteil der Baumschulproduktion im Freiland. Etwa 8 % der Erzeugung findet in Containern und weitere 5 % unter hoher begehbare Schutzabdeckung statt. Auch wenn die Anteile dieser Flächen sehr gering sind, bewirtschaften 57 % der Betriebe Containerflächen und 44 % der Betriebe Flächen in Folientunneln oder Gewächshäusern. Der Schwerpunkt der Erzeugung liegt bei der Kategorie “Ziersträucher und Bäume“. Im Freiland beträgt dieser Anteil etwa 44 % und in Containern 60 %. Die zweithäufigste Nutzungsart ist die Produktion von Heckenpflanzen. Veredelungen und der Unterlagenanbau nehmen zusammen eine Fläche von 8-9 % ein (ebd.). Davon wiederum erfolgt der Anbau von Obstunterlagen und veredelten Baumobstgehölzen auf insgesamt 5 % der Baumschulfläche (ebd.).

Aufgrund von Veränderungen des Erhebungsrahmens bezüglich der Aufnahme von Flächen unter hoher begehbare Schutzabdeckung kann die genaue Flächenentwicklung der Nutzungsarten von 2004 bis 2017 nur grob geschätzt werden. Es wird angenommen, dass mit Ausnahme der Flächen mit veredelten Baumobstgehölzen alle Flächen einen Rückgang verzeichneten. Besonders hoch scheint die Abnahme der Flächen für die Produktion von Nadelgehölzen für Weihnachtsbaumkulturen, Rosenunterlagen sowie unter den Obstgehölzen die Flächen für veredeltes Beerenobst. Bezogen auf die Gesamtfläche mit Einbezug der Flächen unter hoher begehbare Schutzabdeckung

verzeichnet die Kategorie Obstbau insgesamt einen Anstieg. Auch der Anteil der Sparte Ziersträucher und Bäume (inkl. Heckenpflanzen) scheint zugenommen zu haben. (ebd.)

Nach einem Bericht des Zentrums für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V. steht der Baumschulsektor unter einem hohen Preisdruck, der die Erlöse stark schmälert (ZBG 2014b, S.2). Im Vergleich zum Obstbau sind die Erträge von nur geringen Schwankungen betroffen und somit relativ konstant (ebd.). Der Produktionswert von Baumschulerzeugnissen ist zwischen 2008 und 2016 um rund 27 % zurückgegangen und macht nun in der Sparte Gartenbau und Obst einen Anteil von 15 % aus (BMEL 2017). Die Produktionsfläche ist im gleichen Zeitraum nur um etwa 15 % zurückgegangen, was auf einen Rückgang der Flächenproduktivität hindeutet (Destatis 2017). Der Anteil von Gemüse ist im Vergleich um 14 Prozentpunkte auf 48 % gestiegen (BMEL 2017). Der Produktionswert nahm im Gegensatz zu Baumschulerzeugnissen um etwa 40 % zu (ebd.). Der Produktionswert von Obst ist seit 2006 zunächst gefallen, erholte sich ab dem Jahr 2010 wieder und erreichte mit einem Anteil von 16 % an der Sparte Gartenbau und Obst in 2016 annähernd wieder das ursprüngliche Niveau (ebd.). Bezogen auf den Produktionswert der gesamten landwirtschaftlichen Produktion ist der Anteil von Baumschulerzeugnissen ebenfalls gesunken und umfasst 2016 einen Wert von nur 2 % (ebd.). Insgesamt müssen diese Vergleiche jedoch mit Vorsicht betrachtet werden, da bei der Erhebung des Produktionswertes im Verlauf der Jahre Änderungen in der Erhebungsmethodik vorgenommen wurden.

Für den Kennzahlenvergleich des ZBG reichen jährlich etwa 37 Baumschulbetriebe freiwillig ihre Jahresabschlüsse ein. Eine Auswahl der teilnehmenden Betriebe, beispielsweise aus statistischen Gesichtspunkten, erfolgt hierbei nicht. Aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl der teilnehmenden Betriebe und der Freiwilligkeit der Datenauskunft können Aussagen zur gesamten Branche nur unter Vorbehalt getroffen werden. Zudem ändert sich der Umfang und die Zusammensetzung der Stichprobe von Jahr zu Jahr, so dass auch eine direkte Vergleichbarkeit nicht gegeben ist. Jedoch können, bis auf ein paar wenige Ausreißer im Betrachtungszeitraum, vereinzelt Tendenzen in der Entwicklung der Unternehmen aufgezeigt werden (ZBG 2004-2017). Diese zeichnen sich insbesondere bei Betrieben mit einem direkten Absatz von mehr als 25 %, sogenannte Garten- bzw. Endverkaufsbaumschulen ab (ZBG 2014a). Eine weitere Kategorie bilden Produktionsbaumschulen mit überwiegend indirektem Absatz (>75 %). Vergleicht man diese miteinander, fällt auf, dass Produktionsbaumschulen etwa doppelt so viel

Betriebsfläche (ca. 30 ha) bewirtschaften und auch nahezu doppelt so viel Arbeitskräfte (ca. 15 AK) beschäftigen. Dies spiegelt sich ebenso im Vermögen und dem Betriebsertrag wieder. Auch der Gewinn ist in den einzelnen Wirtschaftsjahren etwa doppelt so hoch und scheint bei den Produktionsbaumschulen in den letzten Perioden noch gestiegen zu sein. Der Reinertrag am Betriebseinkommen entspricht bei den Endverkaufsbaumschulen nur etwa 20 % dem der Produktionsbaumschulen. Teilweise nimmt dieser sogar negative Werte an, was bedeutet, dass der Lohnaufwand zuzüglich dem Lohnansatz für Familienarbeitskräfte nicht vollständig gedeckt werden konnte. Im Vergleich zum Obstbau liegt der Lohnaufwand, als größter Aufwandsposten, bei den Baumschulbetrieben, aufgrund des etwa doppelt so hohen Anteils an ständig beschäftigten Arbeitskräften, mit 30 % des Betriebsertrages um etwa 10 % höher. So verdient eine Fremdarbeitskraft pro Jahr im Obstbau etwa 15.500 €, in den Baumschulen ca. 22.700 €. Die Nettoinvestitionen pro Arbeitskraft liegen in den Endverkaufsbaumschulen, anders als bei den Produktionsbaumschulen, nur selten im positiven Bereich. Somit ist zu vermuten, dass die Anlagen in den vergangenen 15 Wirtschaftsjahren nur unzureichend modernisiert wurden. Es scheint als würden diese Unternehmen somit von ihrer Grundsubstanz zehren. Dennoch deutet sich seit dem Wirtschaftsjahr 2001/02 bis 2015/16 neben den branchenüblichen Schwankungen ein Anstieg der Gewinne der Baumschulbetriebe beider Absatzformen an. Auch sind ausgenommen der Produktionsbaumschulen des 3. Drittels zum Teil deutliche Steigerungen des Gewinns je Familien-Arbeitskraft zu erkennen. Parallel hierzu ist eine Steigerung des Eigenkapitalanteils am Vermögen der Endverkaufsbaumschulen festzustellen, was auf eine zunehmende finanzielle Stabilisierung der Betriebe deutet, die somit immer mehr in der Lage sind, Investitionen selbst zu finanzieren. Auch die deutliche Abnahme des Kapitalkoeffizienten der Unternehmen des 3. Drittels deutet auf einen steigenden Unternehmenserfolg hin. Es muss also weniger Betriebsvermögen eingesetzt werden, um einen Euro Betriebseinkommen zu generieren. Dennoch aber weisen die Betriebe des 3. Drittels beider Absatzformen ein nur geringes Investitionsvolumen auf. Die Nettoinvestitionen pro AK scheinen für Betriebe des 1. Drittels anzusteigen, was auf Betriebsmodernisierungen schließen lässt. Dies zeigt sich ebenso in der abnehmenden Arbeitsintensität (Betriebsfläche/AK) und dem sinkenden Anteil des Lohnaufwandes am Betriebsertrag. Für Betriebe des 3. Drittels und hier insbesondere für Gartenbaumschulen ist die Nettoinvestition pro Arbeitskraft in den betrachteten 15 Wirtschaftsjahren fast ausschließlich negativ. Mit einem Gewinn pro Familienarbeitskraft von durchschnittlich

etwa 11.000 € sind diese weniger erfolgreichen Gartenbaumschulen kaum in der Lage, notwendige Investitionen zu tätigen. Aber auch die erfolgreichen Unternehmen der Gartenbaumschulen weisen, trotz eines durchschnittlichen Gewinns pro Fam-AK von im Mittel 70.000 €, negative Investitionen auf. Dies bedeutet, dass die Abschreibungen die Bruttoinvestitionen übertreffen. Mit zunehmender Abnutzung der Anlagen ohne nötige Modernisierungen laufen die Betriebe auf Dauer damit in Gefahr, ihre Betriebsfähigkeit zu verlieren. Dies spiegelt sich auch in dem bei etwa gleichbleibender Betriebsfläche abnehmenden Anlagevermögen (ohne Boden) wieder. Die Arbeitsproduktivität verzeichnet, insbesondere bei den Betrieben des 1. Drittels der Endverkaufsbaumschulen, eine deutliche Steigerung und somit eine zunehmende Rentabilität. Erkennbar auch am abnehmenden Arbeitskräfteeinsatz pro Hektar, der bei Betrieben des 3. Drittels dagegen anstieg. Der Reinertrag von Betrieben des 1. Drittels war durchweg positiv, was bedeutet, dass mit dem Betriebseinkommen der Lohnansatz für die Familien-AK gedeckt werden konnte. Die Betriebe des 3. Drittels dagegen verzeichnen mit einer Ausnahme negative Reinerträge. Insgesamt scheint sich nur die Rentabilität der indirekt absetzenden Unternehmen des 1. Drittels in den letzten 10 Jahren verbessert zu haben. Bei den anderen Kategorien ist keine Veränderung feststellbar. Um die Aufwendungen für Lohn (einschließlich Familien-Arbeitskräfte) und Kapital zu decken, ist ein Rentabilitätskoeffizient von 1,0 erforderlich. Dieser wurde von den Produktionsbaumschulen im Wirtschaftsjahr 2015/16 mit einem Wert von 0,95 nahezu erreicht. In den Erhebungen der Wirtschaftsjahre seit 2007 konnte dieser Wert teilweise übertroffen werden und in zwei Wirtschaftsjahren sogar ein Unternehmergewinn generiert werden. Vor 2007 lagen die Werte zum Teil noch deutlich darunter. Bei Betrieben des 1. Drittels lag der Rentabilitätskoeffizient seit 2013/14 sogar deutlich über eins. Bei Endverkaufsbaumschulen konnten im Mittel Werte zwischen 0,77 und 0,88 mit einem Durchschnittswert von 0,82 erfasst werden. Nur Unternehmen des 1. Drittels gelingt es hier, an etwa der Hälfte der Wirtschaftsjahre, mit dem Betriebseinkommen die Produktionsfaktoren Kapital, Boden und Arbeit vollständig zu bedienen. Die Rentabilitätskoeffizienten der Wirtschaftsjahre des 3. Drittels liegen knapp um die Hälfte darunter.

Diese Ergebnisse zeigen, dass sich der Strukturwandel auch in den Buchführungsergebnissen deutscher Baumschulen abzeichnet. Auf der einen Seite konnte das erfolgreiche 1. Drittel der Produktionsbaumschulen mit überwiegend indirektem Absatz in den vergangenen 15 Jahren steigende Gewinne und einen sinkenden Anteil des

Lohnaufwandes am Betriebsertrag verzeichnen. Auf der anderen Seite fehlen bei dem weniger erfolgreichen 3. Drittel der Endverbraucherbaumschulen, trotz ebenfalls zunehmender Gewinne, Einkünfte für die Auszahlung von Löhnen an Familienarbeitskräfte, eines Unternehmergewinns sowie für Investitionen in notwendige Betriebsmodernisierungen.

Der Nachbauproblematik versuchen Baumschulbetriebe in der Regel mit einem zweijährigen Flächenwechsel vorzubeugen. Chemische Bodenentseuchungsmittel werden nach Angabe von Spethmann und Wilstermann (2003) nur selten verwendet. Dennoch wurden in den vergangenen Jahren besonders von Baumschulen Notfallzulassungen für den Einsatz von Basamid auf den Produktionsflächen beantragt. Ein Flächentausch mit Landwirten des Ackerbaus gestaltet sich aufgrund der im Gegensatz zur Baumobstproduktion vergleichsweise kurzen Standzeit eher unproblematisch (Spethmann und Wilstermann 2003, S.43). Dennoch wird die Bodenmüdigkeit als eines der aktuell schwerwiegendsten Probleme wahrgenommen (Nitt und Wrede 2011, S.38; Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft 2011, S. 9). Gründe hierfür sind zum einen, dass Baumschulen eher auf Geeststandorten produzieren, da diese Art von Böden gute Bedingungen für die Wurzelbildung liefern. Zum anderen gehört ein Großteil der produzierten Kulturformen der Familie der Rosaceae an. Neben den Obstgehölzen wie Apfel, Birne, Kirsche, Pflaume, Himbeere und Brombeere zählen eine große Anzahl an Ziergehölzen wie Kirschlorbeer, Zierapfel und –birne zu den 70 Gattungen und etwa 2.800 Arten der Familie der Rosengewächse (ebd.). Zudem kann nach Expertenauskunft ein Ertragsausfall hervorgerufen durch Bodenmüdigkeit, aufgrund des hohen Produktionswertes pro Hektar Anbaufläche von etwa 150.000-200.000 €, einen hohen wirtschaftlichen Schaden verursachen.

#### 4.1.2.3 Lebensmitteleinzelhandel

Der Lebensmitteleinzelhandel fungiert als direkte Schnittstelle zwischen den Erzeugern und den Konsumenten. Hier werden Konsumentenwünsche erfasst und im Rahmen der Beschaffungspolitik an die Produktion weitergetragen und von dieser umgesetzt. Seine Aufgabe besteht in der Bündelung des Angebots der Lieferanten (Erzeugerorganisationen, private Lieferanten) (Dirksmeyer et al. 2009). Die Vermarktung der Produkte des Frischesegments "Obst und Gemüse" hat seit 1994, besonders aufgrund der kontinuierlichen Ausweitung des Angebots bei Discounter, stark an Bedeutung

zugenommen (ebd.). Dagegen verliert der Absatz über Wochenmärkte und Gemüsefachgeschäfte an Marktanteilen (Kayser et al. 2013). Der BMEL (2015b, S. 8) berichtet, dass im Jahr 2012 bereits die Hälfte des Frischobstes über Discounter abgesetzt wurde. Die Verteilung hat sich seitdem auch nur marginal verändert (ebd.). Insgesamt beläuft sich der Anteil des Absatzes von Obst und Gemüse durch den LEH auf etwa 90 %, was ihm eine hohe Stellung in der Wertschöpfungskette verleiht (ebd.). Die Zunahme der zentralisierten Beschaffung ermöglicht es dem LEH, Skaleneffekte zu nutzen. Durch die Abnahme größerer Mengen ergeben sich für den LEH Preisvorteile und die Abhängigkeit der Lieferanten steigt. Sie hat zudem zur Folge, dass immer mehr große einheitliche Partien einer begrenzten Auswahl stark nachgefragter Sorten von den Lieferanten gefordert werden. Zur Bewerkstellung dieser Anforderungen wachsen immer mehr Obstbaubetriebe zu Großerzeugern heran bzw. formieren sich zu großen Erzeugerorganisationen. Somit hat das Einkaufsverhalten der Konsumenten einen indirekten Einfluss auf die Strukturen des Obstbaus.

Der Großhandel verliert für die Beschaffung des LEH demgegenüber an Bedeutung. Zudem haben sich seine Aufgaben maßgeblich geändert. Früher war er hauptsächlich für das Zusammenstellen des Sortiments verantwortlich. Heute gehören ebenso die Lagerung, der Transport, Kommissionierung und Verpackung zu den Aufgabenschwerpunkten (Bitzer et al. 2012). Der LEH versucht, die Lagerung von Produkten immer mehr an den Großhandel sowie an die Erzeugerorganisationen zu übertragen und fordert von diesen eine Just-In-Time-Belieferung, was zu einer weiteren Konzentration auf der Angebotsseite führt (Bokelmann 2009, S. 119).

Aufgrund der hohen Austauschbarkeit von Frischobst (Substitutionsprodukte: exotische Früchte) und der noch zu schwachen Angebotsbündelung auf Seiten der Lieferanten, stellen diese noch keine gleichrangigen Gegenspieler zum LEH im Marktgeschehen dar (BMEL 2013, 2013b). Hinzu kommt, dass der LEH versucht, die Anzahl an Lieferanten gering zu halten. Die Handelsbeziehungen werden hierdurch länger und intensiver, Vertrauen baut sich auf und Transaktionskosten sinken. Von Vorteil ist diese Entwicklung ebenso in Anbetracht der steigenden Dokumentationspflichten und der Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit der Produkte (Dirksmeyer et al. 2009). Auf der anderen Seite steigt aber ebenso die Abhängigkeit des LEH von den wenigen Lieferanten, die fähig sind, diese Anforderungen zur Gänze umzusetzen. Darüber hinaus führte der intensive Preiswettbewerb zwischen den



Einzelhandelsunternehmen des LEH in den letzten Jahrzehnten dazu, dass immer weniger Lebensmitteleinzelhandelsgruppen den Markt beherrschen. So liegen etwa drei Viertel der Marktanteile bei den fünf Großkonzernen EDEKA, REWE, Metro, Schwarz-Gruppe und ALDI (Bokelmann 2009, S. 123). Diese Konzentration verleiht dem Handel zunehmend mehr Macht bei der Preisverhandlung im Einkauf und wirkt sich somit negativ auf das Einkommen der Lieferanten aus (Memedovic und Shepherd 2009, S.22). Die angestrebte Preisführerschaft der Discounter bewirkte zudem einen starken Preisrückgang bei Lebensmitteln im gesamten LEH. Nach Ruhm et al. war dieser Wettkampf der Grund dafür, dass Deutschland im Vergleich zu anderen westeuropäischen Ländern das geringste Preisniveau für Lebensmittel besitzt (Ruhm et al. 2008, S.11; BMEL 2018, S.8). Eine Studie von Statista (2018) zeigt ebenso, dass die Konsumentenausgaben für Lebensmittel in Deutschland ausgehend von 1950 bis 2016 um etwa 30 % auf einen Wert von ca. 14 % gesunken sind, jedoch seit dem Jahr 2000 auf einem stabilen Niveau verharren (Statistisches Bundesamt 2018).

In den letzten Jahren lagen die Bestrebungen einzelner Einzelhandelsketten darin, verlorene Marktanteile mit der Qualitätsführerschaft zurückzuerlangen, indem sie den Fokus stärker auf Bio-Produkte und regionale Ware setzten (BMEL 2018, S.8). Zudem bauten sie ihr Sortiment aus und führten vermehrt Qualitätsstandards, mit steigenden Anforderungen an Produkte und Produktion ein (Ruhm et al. 2008). So erlangt die Direktbeschaffung von regionalen Großerzeugern bzw. Erzeugerorganisationen, besonders bei unternehmergeführten Märkten wie der EDEKA-Gruppe, zunehmende Bedeutung. Ein Beispiel hierfür ist das EDEKA-Regionalkonzept "Bestes aus unserer Region". Bezüglich der Aufgaben innerhalb des Innovationsgeschehens in der Wertschöpfungskette kommt dem Lebensmitteleinzelhandel nach Memedovic und Shepherd (2009, S.4) in erster Linie die Aufgabe des Branding und des Marketings zu. Darüber hinaus stoßen die steigenden Anforderungen der Verbraucher und somit die des LEH (Qualitätsstandards, Carbon Footprint) technische Innovationen, Prozessinnovationen sowie soziale Innovationen bei den Erzeugern an.

#### 4.1.2.4 Pflanzenzucht und Forschung

Die Pflanzenzucht im Obstbau erfolgt auf verschiedenen Ebenen und in unterschiedlichen Institutionen. An der Züchtungsarbeit beteiligen sich Privatpersonen, Obstbauern, Erzeugerorganisationen, Baumschulen, öffentliche und private Forschungseinrichtungen

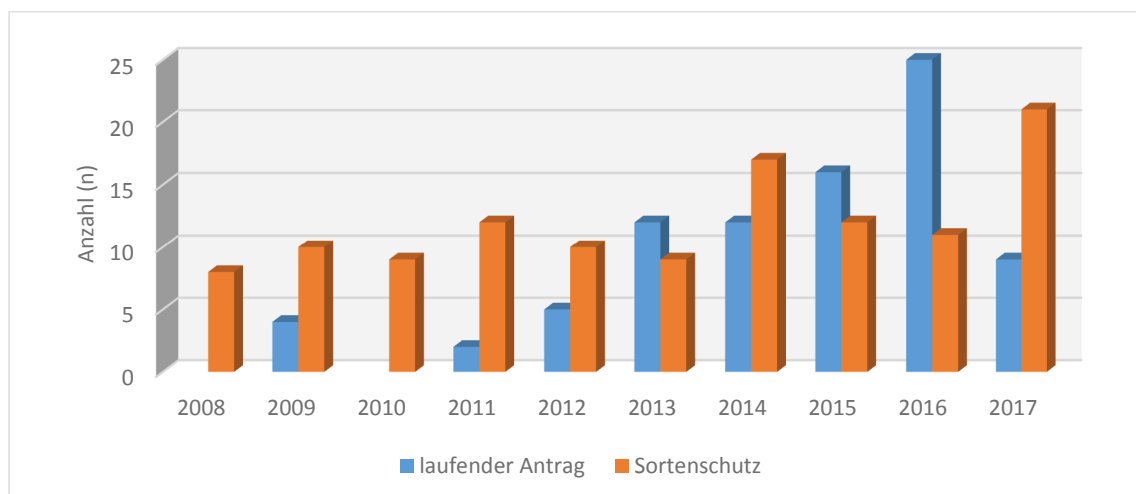
sowie Kooperativen dieser einzelnen Formen. Nur etwa 10 % der Anträge auf Sortenschutz und Sortenzulassung werden für neue Obstsorten gestellt (Gemeinschaftliches Sortenamt 2017). Der Großteil von etwa 60 % entfällt auf den Bereich Zierpflanzen, 20 % auf landwirtschaftliche Nutzpflanzen und weitere 10 % auf Gemüsepflanzen (ebd.). Sortenschutzinhaber und Antragsteller des Schutzes von Apfelunterlagen und -sorten beim Bundessortenamt sowie beim Gemeinschaftlichen Sortenamt (CPVO) in Deutschland sind an erster Stelle das Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen des Julius Kühn-Instituts, das Bayerische Obstzentrum (privatwirtschaftende Einrichtung), die Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg sowie das Fachgebiet Obstbau der Forschungsanstalt Geisenheim (Hochschule) (siehe Tab. 5).

**Tab. 5:** Anzahl der laufenden und genehmigten Anträge des Sortenschutzes von Apfelsorten/-unterlagen deutscher Antragsteller beim Bundessortenschutzamt und dem CPVO in den Jahren 2008-2017

Antragsteller	N
Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (BMEL)	15
Dr. sc. agr. Michael Neumüller (Bayerisches Obstzentrum)	14
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau (MLR)	7
Prof. Dr. Barbara Dathe (Einzelunternehmerin im Ruhestand)	5
Forschungsanstalt Geisenheim - Fachgebiet Obstbau (Hochschule Geisenheim)	5
Artevos GmbH (Baumschulen als Gesellschafter)	4
Gevo - Pflanzenvertrieb GmbH	4
Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion	2
Hans Friedrich Graß	2
Peter Palm	2
Anneliese Markl	1
Barnimer Baumschulen Biesenthal - Hoffnungstaler Werkstätten gGmbH	1
Bernhard Schupp	1
Deutsches Obstsorten Konsortium GmbH	1
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) - Rheinland-Pfalz – KoGa	1
Jacob Stechmann	1
Land Rheinland-Pfalz	1
Mathias Markl	1
Obstland Dürrweitzschen Aktiengesellschaft	1
Volker Barth	1
Züchtungsinitiative Niederelbe GmbH & Co. KG	1

Die Prüfung erfolgt hinsichtlich der Kriterien Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit der Sorten. Mit der Eintragung beim CPVO gilt ein EU-weiter Sortenschutz für den Antragsteller. Mit dem Schutz soll die Züchtungsarbeit gefördert und ein Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt geleistet werden (Bundessortenamt 2008-2017; CPVO 2017).

Eine Betrachtung der Anzahl noch laufender Anträge und erteilter Zulassungen des gemeinschaftlichen Sortenschutzes von Apfelsorten und –unterlagen in Europa beim CPVO, zeigt, dass seit 2008 die Bemühungen auf Seiten der Züchtungsarbeit innerhalb Europas eine steigende Tendenz verzeichnen. Die hohe Anzahl noch laufender Antragsverfahren seit den vergangenen Jahren verdeutlicht die Langwierigkeit des Prüfverfahrens für die Dauerkultur Apfel (siehe Abb. 25).



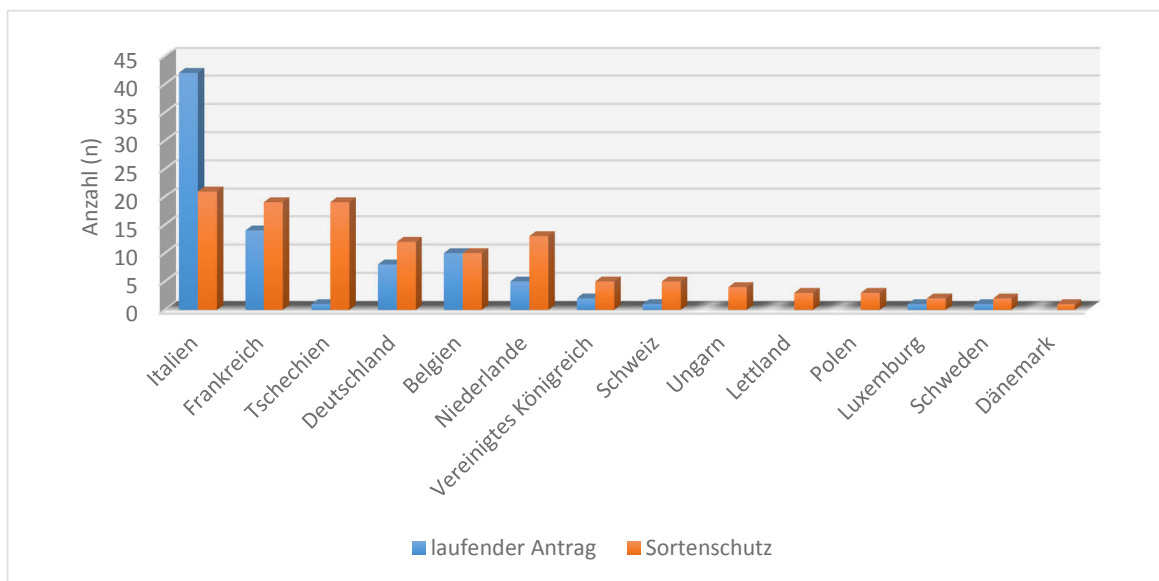
**Abb. 25:** Anzahl der laufenden Anträge und erteilter Zulassungen auf gemeinschaftlichen Sortenschutz von Apfelsorten und –unterlagen in Europa<sup>21</sup>

Ein Blick auf die Anzahl der noch laufenden Anträge und erteilter Zulassungen der einzelnen europäischen Länder im Zeitraum 2008-2017 beim CPVO zeigt, dass Deutschland mit seiner Aktivität an vierter Stelle steht (siehe Abb. 26). Deutlich mehr Anträge wurden im selben Zeitraum von Italien und Frankreich eingereicht. Im Vergleich dazu belaufen sich in Deutschland die FuE-Ausgaben für den Bereich Landwirtschaft im Jahr 2014 auf rund 741 Mio. €, für Frankreich 353 Mio. € und für Italien 261 Mio. € (BMBF 2016, S.106).

Tabelle 5 zeigt des Weiteren, dass nur ein kleiner Anteil der Sortenschutzanträge von Hochschulen ausgeht. Ein Grund hierfür kann der von Bokelmann et al. (2012)

<sup>21</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: CPVO)

beschriebene Umstand sein, dass an vielen Agrarfakultäten der Bereich der anwendungsorientierten Forschung aus finanziellen Gründen immer kleiner gehalten und vermehrt Grundlagenforschung betrieben wird (Bokelmann et al. 2012, S.118, 187). Auch in der Außenwahrnehmung gelten Universitäten eher als Wissensproduzenten, denn als Wissensvermittler, was sich auch in der Befragung der Obstbauern im Alten Land bestätigt hat. Diese Funktion kann nach Bokelmann et al. (2012) jedoch durch Intermediäre übernommen werden.



**Abb. 26:** Anzahl der laufenden Anträge und erteilten Zulassungen auf gemeinschaftlichen Sortenschutz von Apfelsorten und –unterlagen einzelner europäischer Länder<sup>22</sup>

An der Niederelbe bestehen unterschiedliche Institutionen im Bereich der Züchtungsarbeit. Eine ist die privatwirtschaftliche Züchtungsinitiative Niederelbe (ZIN), eine Kooperation von Obstbauern und Obsthändlern der Region, der Fachhochschule Osnabrück und einer belgischen Baumschule, mit der versucht wird, angewandte Forschung stärker mit der Praxis zu verknüpfen. Eines ihrer Ziele ist, eine an den Naturraum Niederelbe angepasste Sorte zu züchten, die den Anforderungen von Handel und Konsumenten gerecht wird. Mit der ersten marktreifen Sorte wird 2017/2022 gerechnet (Feindt 2009).

Ein länderübergreifender Zusammenschluss von Einrichtungen des gärtnerischen Versuchswesens mit dem Namen “Norddeutsche Kooperation“ wird über das Obstbauzentrum Jork koordiniert. Mitglieder sind unter anderem der Obstbau-

<sup>22</sup> Eigene Darstellung (Quelle: CPVO)

versuchsring des Alten Landes e.V. (OVR), die Obstbauversuchsanstalt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Jork (OVA) sowie die Landesforschungsanstalt in Gülzow. In der OVA werden unter anderem neue Sorten auf ihre Anbauwürdigkeit im Alten Land hin überprüft, eigene Sorten (Apfelsorte Gloster) gezüchtet, aber auch neue Pflanzsysteme und –dichten sowie Hagelschutzvorrichtungen getestet. Auch international finden Kooperationen statt. So besteht nach Expertenaussage ein gemeinsames Züchtungsprogramm mit Frankreich. Des Weiteren partizipiert die OVA gleichzeitig an öffentlichen Forschungsvorhaben und stellt somit ein wichtiges Bindeglied beim Wissenstransfer aus universitäreren Einrichtungen in die Praxis dar.

Das Kompetenzzentrum Baumschule mit seinen Versuchsflächen in Holm und Heidgraben gehört zum Gartenbauzentrum der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (LKSH) und ist im Bereich des Versuchswesens tätig. Versuchsschwerpunkte liegen hier bei den Themenkomplexen Kulturverfahren, Düngung und Substrate, Technik sowie Gehölzsichtung. Ebenso wird versucht, in Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren, dem Julius Kühn-Institut und der Leibniz Universität Hannover, die Ursachen der Bodenmüdigkeit zu erforschen und auf ihren Versuchsflächen neue Maßnahmen zur Bekämpfung zu testen. Hierzu gehört beispielsweise die Prüfung auf Resistenz oder Toleranz neuer Klone.

#### 4.1.3 Interaktionen und Intermediäre

Mit der Prüfung und (Weiter-)Entwicklung innovativer Verfahren aus der Wissenschaft stellt das OVA ein wichtiges Bindeglied beim Wissenstransfer aus (universitäreren) Forschungseinrichtungen in die Praxis dar. Bei ihrem täglichen Forschungsauftrag stehen sie neben dem Austausch mit Berufskollegen aus Obstbaugebieten, wie der Bodenseeregion oder dem Rheinland, auch in engem Kontakt zu Mitgliedern aus dem „European Fruit Research Institute Network“ und dem Netzwerk „International Society for Horticultural Science“.

Ein weiterer Intermediär ist das Transferzentrum Elbe-Weser (TZEW), ein aus Mitteln der EU sowie des Landkreises finanziertes Netzwerk von Hochschulen, Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen der Region. Es bildet eine Schnittstelle zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, indem es vielversprechende Innovationen aus der Wissenschaft aufgreift, zur Praxisreife weiterentwickelt und vermarktet, aber auch neue

Problembereiche in der Wirtschaft erkennt und den Forschungsauftrag an die Wissenschaft weiterleitet (TZEW 2017). Unter anderem wirkte das Transferzentrum bei der Projektierung “Schulbau und Entwicklungskonzept OVB (Obstbau Versuchs- und Beratungszentrum) Jork 2010“ mit.

Eine Beratung der Obstbauern zu Themen wie Standortwahl, Unterlagen und Sorten, Baumschnitt, Pflanzenschutz, Lagerung und Vermarktung findet durch Mitarbeiter des Obstbauversuchsrings (OVR) sowie des Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsrings e. V. statt (OVR 2017). Die Finanzierung erfolgt über die Mitgliedsbeiträge der Obstbauern. Nach den Befragungsergebnissen nutzt ein Großteil der Obstbauern im Alten Land diese Informationsquelle regelmäßig. Auch bei der Entwicklung neuer Sorten, Geräte oder Prozessinnovationen sehen die Befragten einen guten bis sehr guten Austausch mit der OVR gegeben. Zu anderen privaten und öffentlichen Forschungseinrichtungen wird der Wissenstransfer durchschnittlich bis eher schlecht eingestuft. Ungenügend scheint der Austausch zwischen den Befragten und der vor- sowie nachgelagerten Industrie. Den zwischenbetrieblichen informellen Informationsaustausch wie die Absprache bei der Anbau-/ Sortimentsplanung bewerten sie als mittel bis stark. Zu den am häufigsten genutzten Informationsangeboten zählen Obstbautage, Messen und Tagungen. Weniger als die Hälfte der Befragten hingegen nutzt die Angebote der Landwirtschaftskammern und der Officialberatung.

Aufgrund des zunehmenden technologischen Fortschritts in der Landwirtschaft, der steigenden Komplexität von Anbauverfahren und der sich stetig ändernden rechtlichen Grundlagen, nehmen auch die Anforderungen an die Landwirte und ihre Helfer und damit auch der Bedarf an Fortbildung und Beratung zu. Insgesamt ist das Beratungsangebot sehr vielfältig, aber zum Teil auch sehr undurchsichtig (Knierim et al. 2017, S.28). Aufgrund der föderalen Struktur in Deutschland ist das Angebot in den Bundesländern unterschiedlich strukturiert, und häufig sind die Prozesse sehr langwierig, was die Diffusion von Innovationen behindert (Bokelmann et al. 2012, S.60, 162, 163). Vereinzelt wird auch von einer Dreiteilung der Beratungslandschaft in Deutschland gesprochen. So findet die Officialberatung überwiegend in den südlichen, die privatwirtschaftliche Beratung in den nordöstlichen und die Kammerberatung in den nordwestlichen Bundesländern statt (Thomas 2007, S. 3). Die zeitliche Verfügbarkeit und damit auch die Qualität der Beratungsleistung machen Knierim et al. (2017) an der Anzahl von Klienten pro Berater fest. Eine Befragung von Beratungsorganisationen ergab, dass in der

Offizialberatung durchschnittlich etwa 160, in den Landwirtschaftskammern etwas weniger als 100 und in privatwirtschaftlichen Unternehmen ca. 60 Landwirte pro Berater betreut werden. Ursächlich für diese deutlichen Unterschiede sind u.a. Kürzungen des Budgets staatlicher Beratungsleistungen, die dazu führen, dass vermehrt privatwirtschaftliche Institutionen aufgesucht werden (Dirksmeyer et al. 2009, S.167; Bokelmann et al. 2012, S.41; Knierim et al. 2017, S.29).

Aufgrund der zunehmenden Komplexität landwirtschaftlicher Prozesse und des anwachsenden Wissensbedarfs, steigen auch die Qualifizierungsanforderungen an die Berater, so dass häufig Fachleute fehlen. Da die privatwirtschaftliche Beratung als eine Dienstleistung an den Landwirt verstanden wird und die Beantwortung seiner Fragen fokussiert, werden gesellschaftliche Ansprüche, wie der Umwelt- und Artenschutz, nur wenig thematisiert. Die von den Landwirten finanzierte Beratung ist somit vielmehr auf eine Leistungssteigerung in den Betrieben und die Erzielung höherer Gewinne gerichtet. Naturschutzberatung muss, nach Aussagen von Experten aus der Beratung, staatlich gefördert werden.

Begünstigt werden die Strukturen der privaten Spezialberatung durch die starke regionale Konzentration der spezialisierten Obstbaubetriebe und die kurzen Wege für Informationen (Keckl 2005, S.9). Neben der Beratung zu neuen Maßnahmen ist auch die Begleitung deren Umsetzung ein wichtiges Element ihrer Arbeit und schafft durch Kontinuität Vertrauen. Neben der positiven Wirkung auf die regionale Beratung ergeben sich aber noch weitere Vorteile der Konzentration von Betrieben. Dies sind insbesondere die einfachere Bündelung der Ware, die Nutzung gemeinschaftlicher Lager und Sortieranlagen sowie der Absatz großer einheitlicher Partien für den Handel innerhalb von Erzeugerzusammenschlüssen.

Parallel hierzu bewirkt eine Konzentration bei den Verarbeitungs- und Handelsunternehmen, dass der Kontakt und die Lieferbeziehungen enger und längerfristiger werden. Auch die in den letzten Jahren in der Presse kursierenden Lebensmittelskandale, wie überhöhte Rückstandsmengen von Pflanzenschutzmitteln, führen dazu, dass die Anforderungen an Lieferanten aufgrund steigender Qualitätsstandards immer höher werden und Abnehmer eher einen kleineren Lieferantenpool mit dafür längerfristigen Lieferbeziehungen bevorzugen. Mit der Zunahme des gegenseitigen Vertrauens sinken für sie auch gleichzeitig die Transaktionskosten (Flenker et al. 2009, S. 127-129). Die zunehmende Konzentration

bewirkt aber auch Veränderungen in den Machtverhältnissen und schafft Abhängigkeiten auf beiden Seiten. Aufgrund der Abgabe an eine immer kleinere Anzahl von Abnehmern zu immer größeren Partien, steigt die Macht auf der Seite der Abnehmer. Stolper (2015) stellte in seiner Untersuchung zudem fest, dass zum Teil sogar Pflanzenschutzpläne und Rückstandsmengen zwischen Lebensmitteleinzelhandel und Erzeugern gemeinsam erarbeitet werden (Stolper 2015, S. 103).

Auf der anderen Seite führt eine zunehmende Konzentration auf der Angebotsseite zu einem wichtigen Gegenpol zur Nachfragemacht des LEH. Durch Arbeitsteilung in der Region bzw. innerhalb der Erzeugerorganisationen und damit der Auslagerung bestimmter Arbeitsschritte, wie Sortierung, Verpackung und Vermarktung, können sich die Obstbauern auf ihre Hauptaufgabe, die Produktion, konzentrieren. Diese Form der Spezialisierung wirkt sich in der Regel auf eine Optimierung einzelner Schritte des Produktionsprozesses aus, indem Arbeitskräfte und Ressourcen effektiver eingesetzt werden können. Auswirkungen hat dies oft auch auf die Produktivität und Qualität der Produkte (Flenker et al. 2009, S. 115–116). Den Vertrieb der Ware einschließlich Sortierung, Verpackung und Preisauszeichnung übernehmen entweder der Großhandel oder die Erzeuger- und Vermarktungsorganisationen. Diese unterstützen die Betriebe zudem bei der vom Einzelhandel geforderten Zertifizierung nach GLOBALG.A.P., QS und weiteren Standards sowie der Qualitätssicherung im Allgemeinen in Form von Schulungen und Beratung (Flenker et al. 2009, S. 122–125). Weitere Aufgaben, die zur Entlastung der Produzenten beitragen, sind die Marktbeobachtung, Anbauberatung und die Überbrückungsfinanzierung zur Einkommenssicherung. Funktionen, die sie dem Einzelhandel zum Teil abnehmen sind die Sortimentsergänzung sowie die Steuerung der Produktion bezüglich der Markterfordernisse (Sortenempfehlung).

Im Jahr 2016 waren 30 der 31 nach EU-Recht anerkannten und fünf nicht amtlich anerkannte Erzeugerorganisationen Mitglieder in der Bundesvereinigung der Erzeugerorganisationen Obst und Gemüse e.V. (BVEO) in Deutschland. Die Elbe-Obst und die Marktgemeinschaft Altes Land (M.A.L.) bündeln zusammen etwa 90 % der Produktion von etwa 600 der 800 Obstbauern der Niederelbe. Die übrigen Erzeuger vermarkten direkt oder über den Großhandel (Gonzalez und Weiß 2011, S. 149). Die Obstbauern aus der Befragung, die eher zu den größeren Betrieben gehören, erwirtschaften dagegen etwa 66 % ihres Umsatzes über die Erzeugerorganisation, 14 % über freie Vermarkter, 10 % direkt und etwa 4 % über den Großhandel. Die Elbe-Obst ist neben zehn regionalen



Fruchtgroßhändlern und der Elbe-Obst Fruchtverarbeitung GmbH mit eigener Schälstation Teil der Elbe-Obst Vertriebsgesellschaft mbH. In neun im Anbaugebiet verteilten Stationen wird das von den Obstbauern gelieferte Obst sortiert, verpackt und in Dispositions-, Kühl- und CA/ULO-Lager gelagert (Elbe-Obst 2017). Der Großteil der Produktion verbleibt jedoch in den eigenen Kühlhäusern oder Gemeinschaftslagern der Erzeuger (Tschusov et al. 2010). Dies ergab auch die Befragung der Obstbauern im Alten Land. Ein eigenes Packhaus ermöglicht es zudem, einen Teil der Produktion in Form von SB-Gebinden an den Lebensmitteleinzelhandel direkt zu vermarkten. Der Transport erfolgt dabei mit eigenen Fahrzeugen oder beauftragten Speditionen.

Ein kleinerer Teil der Produktion wird exportiert. Um insbesondere den skandinavischen und russischen Markt aufzubauen, haben die absatzstärksten Vertriebsgesellschaften und Erzeugerorganisationen, darunter die Elbe-Obst Erzeugerorganisation r. V. sowie die Obst vom Bodensee-Vertriebsgesellschaft mbH, die Deutsche Obst-Export-Kontor GmbH (DOEK) gegründet. Deren Beratung erfolgt wiederum über die Bundesvereinigung der Erzeugerorganisationen Obst und Gemüse e.V. (Elbe-Obst 2017).

#### 4.1.4 Wissensbasis und Humankapital

Die Zahlen der Absolventen an deutschen Fachschulen des Produktionsgartenbaus gingen in den vergangenen Jahren immer mehr zurück (Dirksmeyer et al. 2009; Bokelmann et al. 2012, S.166). Der damit drohende Fachkräftemangel erhält besonders in Zeiten steigender Anforderungen und der zunehmenden Komplexität landwirtschaftlicher Technologien und Prozesse eine besondere Prägnanz (ebd., S.106). Doch die Konzentration von Obstbau- und Baumschulbetrieben, vor- und nachgelagerter Industrie, Unternehmen des Vertriebs und der Beratung sowie von Forschungseinrichtungen in der Region sorgt für einen einfachen Informationsfluss durch kurze Wege und damit ein hohes Know-How innerhalb des Produktionszentrums Niederelbe (BMEL 2013, S.39). Insgesamt ergeben sich somit gute Bedingungen für den Wissenstransfer, den technischen Fortschritt und den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit in der Region.

Probleme und Folgen der Bodenmüdigkeit im Apfelanbau werden trotz der engen Strukturen und des mutmaßlich hohen regionalen Know-Hows jedoch nur von 1/3 der Landwirte bewusst wahrgenommen, obwohl sich bereits etwa drei Viertel des Landes im Nachbau befinden. Gründe hierfür sind unter anderem Unterschiede in der Ausprägung

der Symptome in Abhängigkeit zum Produktionsstandort (Bodentyp), die Vergleichbarkeit zu Bäumen auf einem unbelasteten Boden sowie die unspezifische oberirdische Symptomatik (z.B. geringeres phänotypisches Wachstum), die es für die Landwirte erschweren, die Krankheit klar zu identifizieren (Line 2005, S. 7; Baab 2009, S. 344; Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft 2011, S. 9). Es fehlen zuverlässige Diagnoseinstrumente, um den Grad der Bodenermüdung von Flächen, das Ausmaß möglicher Folgen und damit wirtschaftlicher Schäden besser einschätzen zu können. Bei wuchsstarken Sorten werden, wie bereits beschrieben, von den Obstbauern sogar vereinzelt Vorteile gesehen (z.B. weniger Schnittarbeit). Auch wird geäußert, dass ein von Bodenmüdigkeit betroffener Bestand, vermutlich aufgrund des späteren Erschließens tieferer Bodenschichten, vielfach etwa ab dem 5. Standjahr mit dem Wachstum aufholt. Dennoch geben die Befragten zu verstehen, dass die Ertragsentwicklung in der Gesamtbilanz negativ ausfällt. So nehmen Befragte, die von den Folgen der Nachbaukrankheit nachteilig betroffen sind, Ertragsverluste von durchschnittlich 26 % war. Zudem werden Probleme bezüglich der Fruchtqualität und -größe genannt. Häufig wird beschrieben, dass die Äpfel eine kleinere Fruchtgröße aufweisen. Die bewusste Wahrnehmung der Nachbauproblematik nahm erst ab dem Jahr 2005 mit einem Peak im Jahr 2007 deutlich zu. Die Kenntnisse zur Anbauhistorie ihrer Flächen haben die Obstbauern im Alten Land überwiegend von der Überlieferung von Familienmitgliedern und eigenen Aufzeichnungen. Ein ebenfalls nicht unerheblicher Teil der Befragten kann bezüglich der Anbauhistorie jedoch nur Vermutungen anstellen. Aufgrund der noch ungeklärten Ursache der Bodenmüdigkeit testen die Obstbauern verschiedene bodenverbessernde Maßnahmen sowie neue Unterlagen, doch bisher nur mit mäßigem Erfolg. Zudem ist nicht geklärt, ob diese Maßnahmen einen direkten Effekt auf die Nachbaufolgen bei Äpfeln haben, oder ob die Ertragssteigerung aus der besseren Grundversorgung der Pflanzen herrührt. Denn nur wenn die genaue Ursache bestimmt ist, können spezifische Maßnahmen ergriffen werden. Zurzeit wird vermutet, dass es sich um einen mikrobiellen Komplex (Kombination von Bodenmikroorganismen) handelt, der das Wurzelwachstum beeinträchtigt (Baab und Henfrey 2015b).

#### 4.1.5 Institutionen und Politik

Die Betriebe des Gartenbaus wirtschaften in einem Umfeld rechtlich-institutioneller und (umwelt-)politischer Rahmenbedingungen. Durch Rechtsbesprechung werden gesell-

schaftliche Forderungen in die Wirtschaft getragen und versucht, die Nachhaltigkeit von Produktionssystemen zu befördern bzw. sie zu erhalten. Die verabschiedeten Gesetze zielen unter anderem darauf ab, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und die Gesundheit der Bevölkerung zu bewahren. Beispiele hierfür sind das Bundes-Bodenschutzgesetz, das Wasserhaushaltsgesetz sowie das Pflanzenschutzgesetz.

In Deutschland ist die Auslegung der zugrundeliegenden europäischen Richtlinien in Form nationaler Gesetze dabei besonders streng (König et al. 2012, S.86). Auch erschwert das neue Mindestlohngesetz zusätzlich die Wirtschaftlichkeit des arbeitsintensiven und wenig mechanisierbaren Produktionszweiges Baumobstanbau. So wurde der seit Beginn 2015 in Deutschland auferlegte gesetzliche Mindestlohn von 8,50 € durch eine Sonderregelung im Gartenbau zuerst auf ein davon abweichendes Mindestgeld von 7,40 € festgelegt und daraufhin schrittweise auf aktuell 9,10 € erhöht (Garmin 2016, S.3). Zum Vergleich lagen im Jahr 2014 die Löhne für eine Saisonkraft im Obstbau knapp unter 7 € (ebd., S.15). Die Betriebe reagieren mit einer Anpassung der Sorten bezüglich einer Erhöhung der Pflückleistung, der Mechanisierung einzelner Produktionsschritte sowie der Anschaffung ernteerleichternder Technik (selbstfahrende Erntegeräte) zur Reduzierung der Arbeitszeiten.

Artikel 1 Absatz d) der Wasserrahmenrichtlinie zielt auf den Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung ab (Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union 2000). Auch der Boden soll nach § 4 (1) des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BodSchG) bei Bewirtschaftung vor schädigenden Veränderungen bewahrt werden (BMJV 2015b, S. 4). Auf Grundlage des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sieht § 38 des Wasserhaushaltsgesetzes zum Schutz der Gewässer zudem einen dauerhaft begrünten Randstreifen von mindestens 5 m Breite vor. Auch ist hier die Ausbringung von wassergefährdenden Stoffen, mit Ausnahme von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, solange vom Land nicht anders geregelt, verboten (BMJV 2017, S.23). Nach § 58 (2) des Niedersächsischen Wasserschutzgesetzes liegt es im Aufgabenbereich der Wasserbehörde, die Anwendung dieser Mittel für Gewässerrandstreifen zu untersagen (juris 2017).

Mit der “Altes Land Pflanzenschutzverordnung – AltLandPflSchV“ aus dem Jahr 2015 wurde die hohe Gewässerdichte des Produktionsgebietes, die die Einhaltung der Regelabstände gebietsweise ausschließt, berücksichtigt, um die Wirtschaftlichkeit des Obstbaus in dieser Region nicht zu gefährden (BMJV 2015a). Hiernach ist bei

Anwendung von Pflanzenschutzmitteln an ständig wasserführenden Gewässern ein Abstand zum Gewässerrand von mind. 5 m und zu Gewässern, die von Juni bis September überwiegend trockenfallen, von nur 3,5 m einzuhalten (BMJV 2015a). Überdies sind die Anwender verpflichtet, abdriftmindernde Sprühtechnik zu verwenden und ergänzend nach § 6 verpflichtende Maßnahmen zur Ökologisierung und Risikominderung vorzuschlagen. Doch um diese Auflagen zu umgehen, werden zunehmend mehr Gräben trockengepumpt oder verfüllt (Niedersächsischer Landtag 2002). Parallel hierzu werden Wassersammelbecken angelegt, um die Wasserverfügbarkeit für Frostschutzberegnungen sicherzustellen.

Nach Golla et al. (2014) konnte in den letzten Jahren eine starke Abnahme der in Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmittel erfasst werden. Das nur vorübergehende Anwendungsverbot des Pflanzenschutzmittels "Basamid" mit dem Wirkstoff "Dazomet", das zur chemischen Bodenentseuchung genutzt wird, verdeutlicht die Brisanz der Lage. Der Wirkstoff Dazomet stellt zum heutigen Zeitpunkt die einzige einfach umsetzbare, sehr gut wirksame und ökonomisch effiziente Maßnahme zur Überwindung der Nachbaukrankheit dar. Seine Wirkung entfaltet es als Fungizid und Nematizid jedoch unspezifisch auf alle Bodenorganismen. Besonders toxisch wirkt es dabei auf Wasserorganismen. Um einen Schutz des aquatischen Ökosystems sowie auch des Anwenders sicherzustellen, wurde die Zulassung des Pflanzenschutzmittels Basamid Granulat im Zeitraum 2004 bis 2018 in Deutschland nicht mehr erneut erteilt (Bleser 2014, S. 38–39). Eine Aufbrauchfrist gelagerter Bestände bestand bis Ende 2006. Nach Expertenaussage, wurde Basamid jedoch früher von den Apfelbauern im Alten Land kaum verwendet, da sich hier Probleme bezüglich der Bodentemperatur, Anbausperre und der Pflanzzeitpunkte ergaben. Darüber hinaus sollen der regelmäßig stark ansteigende Wasserspiegel sowie der Anbau stark wüchsiger Sorten dies nicht erfordert haben. Dennoch wurden insbesondere an Baumschulen bis ins Jahr 2013 vereinzelt unter Einhaltung strenger Auflagen und Mengenbegrenzungen Ausnahmegenehmigungen in Form von Notfallzulassungen des Einsatzes von Basamid nach dem Tatbestand "Gefahr im Verzug" nach Artikel 53 der EU-VO 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln erteilt. Auf europäischer Ebene galt zunächst eine Zulassung des Wirkstoffs Dazomet bis ins Jahr 2021 (EU-VO 540/2011). Da jedoch mit Verzögerungen im neuen Genehmigungsverfahren zu rechnen war, wurde mit der neuen Durchführungsverordnung 2018/1266 der Europäischen Kommission das Zulassungs-ende vorerst um zwei Jahre auf den Mai 2023 verlängert. Aufgrund der Unterschiede auf

internationaler Ebene und dem damit bestehenden Ungleichgewicht im Wettbewerb beschloss das deutsche Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) im Jahr 2018 eine Neuzulassung von Basamid mit vorläufigem Zulassungsende im Jahr 2024. Doch wie die Zulassungssituation sich in den kommenden Jahren entwickeln wird, ist ungewiss. Sollte die Kommission im momentan laufenden Verfahren den Beschluss fassen, das Genehmigungsende zu verkürzen, müssten sich auch die Mitgliedstaaten danach richten.

Die Förderinstrumente in Deutschland sind sehr mannigfaltig und zum Teil unübersichtlich. Da die Programme sich in den Zielsetzungen zum Teil überschneiden, ist es für den Landwirt nicht immer gleich ersichtlich, welches Förderinstrument sich für eine konkrete Maßnahme eignet (Bokelmann et al. 2012, S.169). Die föderale Struktur Deutschlands bewirkt, dass je nach Bundesland Unterschiede in den Maßnahmenkatalogen der Länderprogramme (AUM) bestehen. Hinzu kommt, dass die Dokumentationspflichten bei der Inanspruchnahme von Förderprogrammen in den letzten Jahren deutlich gestiegen sind. Laut Umfrage haben 40 % der Obstbauern in den vergangenen fünf Jahren neben der Flächenprämie keine weitere öffentliche Unterstützung beantragt. Dafür erhalten 40 % Unterstützung über die Erzeugerorganisation, 16 % über Agrarinvestitionsförderung (AIF) und nur 8 % über AUM. Die FuE-Ausgaben des Bundes und der Länder für Landwirtschaft sind seit dem Jahr 1995 (~421 Mio. €) stark angestiegen (2015: ~800 Mio. €). Seit 2009 bewegen sie sich jedoch annähernd auf gleichem Niveau (BMBF 2016). Eine besondere Inanspruchnahme der öffentlichen Förderung erfolgt nach König et al. (2012) durch wissenschaftliche Einrichtungen (König et al. 2012, S. 85–86). Beispiele hierfür sind unter anderem das Programm zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) zur Förderung nachhaltiger (nicht-) technischer Innovationen, oder die Forschungs- und Innovationsförderung im Rahmen der “Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Auch hier liegt der Fokus darauf, eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion zu fördern und damit die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen sicherzustellen. Seit den letzten 5 Jahren zeigt sich an dieser Stelle eine Tendenz, diese Art der Forschungsförderung langfristiger auszurichten. So werden beispielsweise Projekte im Rahmen der Fördermaßnahme BonaRes “Boden als nachhaltige Ressource“ bis zu neun Jahre finanziert. Darüber hinaus unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der "Industriellen

Gemeinschaftsforschung" (IGF) Forschungsprojekte und hierbei insbesondere die Vernetzung von kleinen und mittelständigen Unternehmen (KMU) mit Forschungseinrichtungen, damit auch finanzschwache Unternehmen an praxisorientierter Forschung teilhaben können.

Ein im Jahr 2013 von der Europäischen Kommission entwickeltes Förderinstrument regelt die Bezuschussung Operationeller Gruppen (OG) im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft "Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit" (EIP Agri). Ziel ist, die Entwicklung und Verbreitung nachhaltiger Innovationen in der Landwirtschaft zu fördern, um somit die Wettbewerbsfähigkeit des Landwirtschaftssektors sicherzustellen. Dies erfolgt im Besonderen durch die gezielte Förderung der Zusammenarbeit von Akteuren aus der Ur-Produktion, Industrie, Beratung und Forschung. Grundvoraussetzungen sind unter anderem, dass die Initiative eines EIP-Projektes von einem Unternehmen der Praxis hervorgeht und starke Praxisrelevanz aufweist. Finanziert werden die Operationellen Gruppen über das jeweilige Bundesland in Deutschlands sowie aus Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die ländliche Entwicklung (ELER) mit einer maximalen Zuwendung in Höhe von 500.000 € (Europäische Kommission 2012; Europäische Union 2013; Land Niedersachsen 2017).

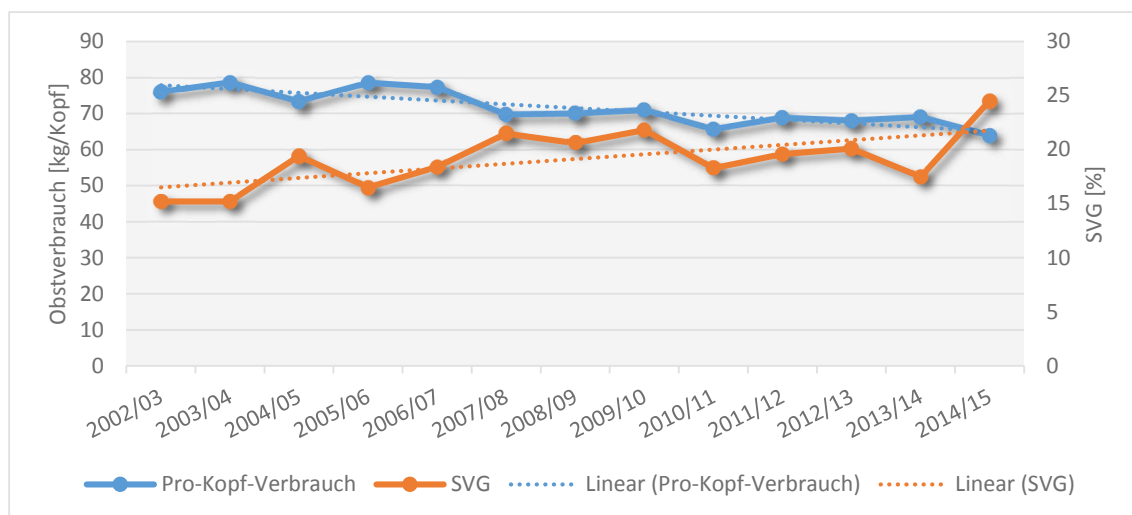
Um die Position der vielen kleinen und mittelständigen Unternehmen in der Wertschöpfungskette und hier insbesondere gegenüber dem Einzelhandel zu stärken, wird auch der Zusammenschluss zu rechtlich anerkannten Erzeugerorganisationen gefördert, indem die von ihnen auferlegten Operationellen Programme (OP) zur Hälfte aus EU-Mitteln mitfinanziert werden (BMEL 2015b, S.5). Um diese Hilfe in Anspruch nehmen zu können, müssen die Programme mindestens drei der nachfolgend aufgelisteten Ziele enthalten (davon 1 Ziel aus 1-3 + Ziel 7):

- „1. Förderung der Angebotskonzentration
2. Verbesserung der Marktorientierung (Ausbau von Lager- und / oder Kühlkapazitäten, eine Optimierung der Aufbereitung und des Transports)
3. Steigerung und Erhaltung der Qualität
4. Verbesserung des Mitgliedermanagements und des Anreizes zur Mitgliedschaft
5. Effizienzsteigerung
6. Kompetenzentwicklung/ Steigerung der Innovationsfähigkeit
7. Ressourcenschonende Erzeugung und Vermarktung sicherer Produkte (s. nationaler Rahmen für Umweltmaßnahmen)“ (BMEL 2015b, S.17).

Nach Ruhm et al. (2008, S.53ff) sind förderfähige Maßnahmen beispielsweise Sortenanpassungen, der Aufbau von Hagelschutzsystemen, Forschungsprojekte zu Produkt- und Prozessinnovationen sowie die Weiterbildung und der Wissenstransfer (Beratung) bei der Übernahme neuer Verfahren in die Praxis. Die Förderung der rechtlich anerkannten Erzeugerorganisationen stößt jedoch auf Kritik von Seiten des Großhandels, der sich an dieser Stelle benachteiligt sieht und eine Verzerrung der Wettbewerbsbedingungen erkennt (Bokelmann 2009, S.125).

#### 4.1.6 Technologien und Nachfrage

Nach den Verbrauchszahlen für Markto Obst (ausgenommen Zitrusfrüchte) des BMEL im Zeitraum 2002/03 bis 2014/15 zeigt sich eine Abnahme des Pro-Kopf-Verbrauchs von etwa 16 % (siehe Abb. 27). Der Selbstversorgungsgrad schwankt um einen Wert von 20 %. Der Apfel, der ein ernährungsphysiologisch sehr wertvolles Naturprodukt darstellt, wird mit etwa 25 kg pro Person und Jahr am häufigsten verzerrt (BMEL 2014). Nach einer Erhebung von Statista (2017) auf Datengrundlage des BLE und BMEL hat dieser Verbrauch in den letzten Jahren jedoch abgenommen.



**Abb. 27:** Pro-Kopf-Verbrauch und Selbstversorgungsgrad von Markto Obst (außer Zitrusfrüchte)<sup>23</sup>

Das BMEL beobachtet hingegen eine steigende Nachfrage exotischer Früchte, aber sieht auch in heimischen Obstarten wie Kirschen und Beerenfrüchten ein zunehmendes Marktpotenzial (BMEL 2013, S.7). Diese Nachfrageveränderungen ergaben sich mit voranschreitender Öffnung der Märkte und dem wachsenden Angebot von Substitutions-

<sup>23</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: BMEL 2008, 2011; BLE 2015)

gütern. Nach den neusten Statistiken des BMEL scheint der Import von Südfrüchten (ausgenommen Zitrusfrüchte) in der Periode 2013 bis 2017 leicht gestiegen zu sein (BMEL 2018; S.53).

Darüber hinaus konkurrieren deutsche Apfelanbauer zunehmend mit geschützten Clubsorten aus dem Ausland wie "Pink Lady" oder "Jazz". Diese dürfen in Deutschland aufgrund beschränkter Lizenzen nicht angebaut werden, erzielen im Handel aber deutlich höhere Preise. Bei der Frage nach den Chancen für den Obstbau im Alten Land steht nach Angaben der Obstbauern der Anbau von Clubsorten nach dem Wunsch einer stärkeren Kooperation durch Erzeugerorganisationen, aber noch vor dem Streben einer Intensivierung der Produktion auf dem zweiten Platz. Nach Auskunft der Experten wird auf Druck des Handels in den letzten Jahren somit verstärkt nach einer neuen Hauptsorte gesucht, die an das Potenzial von Elstar herankommt und beispielsweise Jonagold ersetzt.

Nach Angabe der befragten Obstbauern konnte hinsichtlich der Konsumentennachfrage beobachtet werden, dass das Aussehen, die Qualität und Festigkeit der Früchte die drei wichtigsten Parameter bei der Kaufentscheidung darstellen. Aspekte wie Regionalität, Gesundheit und ökologischer Anbau werden nur von einer Handvoll der Befragten angegeben. Aufgrund sich häufender Lebensmittelskandale besonders innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte steigen jedoch die Anforderungen bezüglich der Rückverfolgbarkeit (Dokumentation) und Qualität der Produkte (Bokelmann et al. 2012, S.11). Regionalität und Transparenz gewinnen immer mehr an Bedeutung. In einer GfK-Befragung im Jahr 2016 waren 50 % der Teilnehmer bereit, mehr Geld für regionale Lebensmittel auszugeben, mit steigender Tendenz (GfK 2017). Dieser Preisaufschlag sollte nach einer Umfrage im Jahr 2017 jedoch 10 % nicht übersteigen (Statista 2017). Auch der Einzelhandel beschreibt, dass Regionalität immer wichtiger wird und sich zu einem „Megatrend“ entwickelt (Expertenaussage 2016). Besonders Frischeprodukte wie Obst nehmen bei regionalen Vermarktungskonzepten, insbesondere in Ballungsgebieten mit hohem Nachfragepotenzial, einen besonderen Stellenwert ein. Das Siegel der Regionalität ermöglicht ein Unterscheidungsmerkmal der sonst identisch anmutenden Produkte (BMEL 2013). Konsumenten verbinden Tradition, Genuss, Gesundheit, Transparenz, Sicherheit, Qualität, Nachhaltigkeit und Frische mit dem Begriff Regionalität. Somit steigt das Interesse des LEH immer mehr für Erzeuger aus der Region. Dennoch ist das Regionalitätssiegel nur wenigen Verbrauchern bekannt (Expertenaussage 2016). Obstbauern der Niederelbe reagierten auf diese Nachfrage,



indem sie das Gütesiegel "Obst aus dem Alten Land" und die Herstellermarke "Elbe-Obst" und "Elbe-Obst biologisch" auf den Markt brachten (Elbe-Obst 2017).

Auch die Nachhaltigkeit der Produktion wird für immer mehr Konsumenten zu einem Entscheidungskriterium beim Kauf von Lebensmitteln. Kriterien wie der schonende Einsatz und richtige Umgang knapper Ressourcen sowie die Verringerung bzw. Vermeidung des Gebrauchs chemischer Pflanzenschutzmittel stehen hier besonders im Fokus (BMEL 2013, S.10). Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels reagieren mit entsprechenden Nachhaltigkeitskonzepten, um sich von Konkurrenten abzusetzen (ebd., S.21). Nach einer Analyse der Marplan und Ipsos GmbH waren bereits im Jahr 2006 die Hälfte der Befragten bereit, einen höheren Preis für umweltfreundlichere Produkte auszugeben (STATISTA 2017). Dieses Ergebnis bestätigt sich auch in einer Auswertung von Umfragedaten der IFAK, Ipsos GmbH und der GfK der Jahre 2013 bis 2016 durch die Arbeitsgemeinschaft Verbrauchs- und Medienanalyse (VuMA) (ebd.).

Doch gesellschaftliche Ansprüche und tatsächliches Verhalten zeigen nicht immer dasselbe Bild, in der Fachsprache auch als Attitude-Behavior-Gap bezeichnet (Pietzsch 2017, S. 169). So stimmen beispielsweise die Angaben aus den Konsumentenbefragungen mit den Abverkaufszahlen im Einzelhandel nicht überein. Auch tritt dieser Effekt ebenso in Innovationsprozessen auf (ebd.). Bekundungen des Interesses und der Übernahmeabsicht spiegeln sich auch hier nicht immer in der Diffusion der Innovationen wider. Welche Faktoren hierbei eine Rolle spielen ist abhängig von der Innovation selbst, der Innovationsumgebung und dem Adopter. Bokelmann et al. (2012) sprechen unter anderem von Pfadabhängigkeiten, die die Übernahme von Neuerungen im Produktionsprozess häufig verhindern (Bokelmann et al. 2012, S.176). Oft besteht hier auch eine Korrelation mit der Altersstruktur in den Betrieben (ebd.). Zudem ist anzumerken, dass die neuen Technologien in der Landwirtschaft immer komplexer werden. Zum Teil sind intensive Lernprozesse oder Schulungen nötig, um die Funktionsweisen und Handhabung der technischen Neuerungen zu verstehen. Ein Beispiel hierfür sind Innovationen im Bereich der Precision Agriculture (PA). In der öffentlichen Diskussion gelten sie als Schlüssel, um eine effiziente und nachhaltige Landwirtschaft zu gestalten. Dennoch beläuft sich die Adoptionsrate von Innovationen in diesem Bereich in Deutschland auf unter 10 % (Aubert et al. 2012a, S. 510). Die Übernahme technologischer Innovationen in der Landwirtschaft ist nach Pignatti et al. (2015, S.78) insgesamt sehr gering. Doch sinkende Erzeugerpreise, der steigende

Kostendruck und die zunehmende Flächenkonkurrenz erfordern Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz des Ressourceneinsatzes, der Produktivität und der Qualität der Produkte.

Laut Stichprobe wurden im Zeitraum 2012-2016 von 44 % der Befragten Investitionen in neue Technologien durchgeführt, die durchschnittlich etwa 17 % des Gesamtinvestitionsvolumens (GIV) vereinnahmten. Der größte Anteil der Investitionen liegt hierbei in Neuanpflanzungen (96 % zu 38 % des GIV), Technikinvestitionen allgemein (80 % zu 24 % des GIV; z.B. Ersatzinvestitionen) und Gebäuden (46 % zu 28 % des GIV). Investitionen der letzten 15 Jahre erfolgten insbesondere für die Anschaffung selbstfahrender Pflückbühnen (56 %). Dies plant ein Großteil der Befragten auch für zukünftige Investitionen. Zum Zeitpunkt der Umfrage arbeitete bereits etwa die Hälfte der Befragten mit selbstfahrenden Arbeitsbühnen. Nur sechs der Obstbauern gaben selbstfahrende Erntemaschinen an. Investitionen in neue Sprühtechnik wird nach der Befragung in den nächsten Jahren den zweithöchsten Stellenwert einnehmen. Es ist anzunehmen, dass die Investitionen hier voraussichtlich in die nach neuem Pflanzenschutzgesetz geforderte abdriftmindernde Sprühtechnik als Form einer Umweltinnovation getätigt werden.

Diese Art von Umweltinnovationen und ihre Diffusion innerhalb des Sektors bedürfen zum Großteil staatlicher Regulierung, die häufig die Folge gesellschaftlichen Drucks ist (Jacob et al. 2009, S.3). Der Fokus liegt hierbei nicht in der Steigerung von Produktivität, sondern vielmehr in der Förderung einer ressourcen- und umweltschonenden, nachhaltigen Landwirtschaft (Hauff 2014, S.76ff). Neben der Realisierung ökonomischer Zielvorstellungen setzen Innovationen somit immer mehr auf die Beachtung gesellschaftlicher und ökologischer Anforderungen. Dies ist in besonderer Weise in der Region des Altes Landes aufgrund der Nähe zu sensiblen Naturräumen und der Metropolregion Hamburg gefordert.

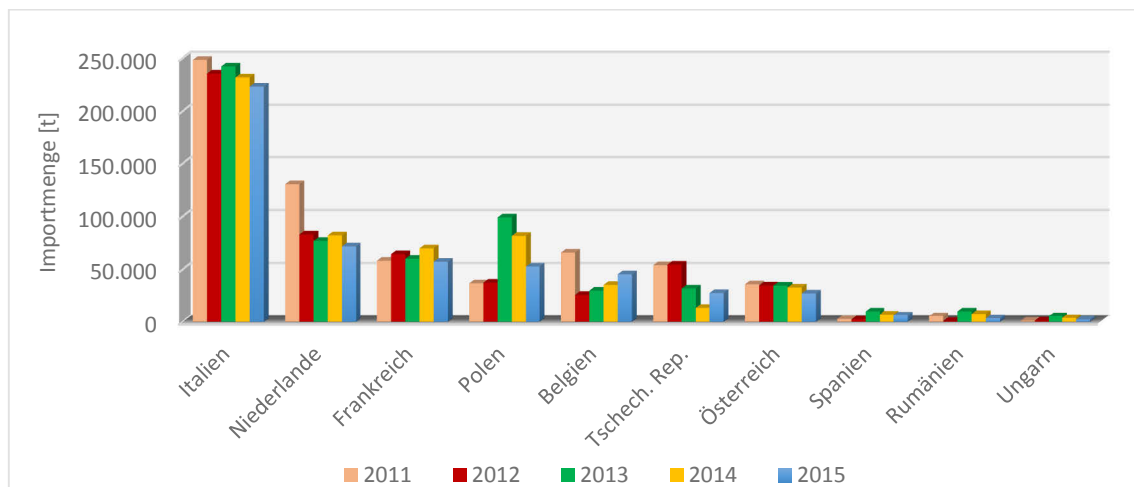
Neue Verfahren zur Bekämpfung der Bodenmüdigkeit sollten diese Anforderungen somit in gleichermaßen aufgreifen. Bisher existiert jedoch noch keine Maßnahme die, zugleich ökonomisch, sozial und ökologisch nachhaltig ist. Neben dem Einsatz chemischer Bodendesinfektionsmittel hat das Bodendämpfen eine vergleichsweise gute Wirksamkeit, ist aber aufgrund der hohen Kosten nicht wirtschaftlich (Naef 2013; BMEL 2015a). Nitt (2015) sowie das BMEL (2015a) weisen hierbei auf die geringe Flächenleistung, den hohen Energieverbrauch und hohe Investitionskosten hin.

Maßnahmen, die in der Praxis vereinzelt bereits Anwendung finden, sind das Formen eines Hügelbeetes, Pflanzlochzugaben, Biofumigation und der Einsatz neuer Unterlagen. Das Anhäufeln bei Neuanlage einer Plantage wurde auch in der Befragung häufig von Obstbauern als Maßnahme genannt. Hierbei werden zum aufgeschütteten Oberboden meist organische Substrate (z.B. Champost) beigemischt und so den Stecklingen eine nährstoffreiche, nahezu unbelastete Grundlage zur frühen Wurzelbildung geschaffen (Blanke und Kirsch 2001). Organische Substanzen werden ebenso in Form von Pflanzlochzugaben zugeführt, um das Bodenleben zu stimulieren und der Pflanze nötige Nährstoffe zur Verfügung zu stellen. Hierzu zählen neben Champost unter anderem Komposte oder auch Holzkohle. Ein ähnliches Verfahren ist die Inokulation, also das Beimpfen des Bodens mit Bakterien und Pilzen, die den bodenbürtigen, die Pflanze schädigenden Mikroorganismen entgegenwirken sollen und somit das Wurzel- und Pflanzenwachstum fördern (BMEL 2015a; Baab und Henfrey 2015b). In Kombination mit dem Einsatz organischer Substanzen wie Champost, konnte bisher ein zumindest geringer wachstumsfördernder Effekt bei Bodenmüdigkeit nachgewiesen werden (Baab und Henfrey 2015c; BIO-INCROP 2014). Die Herstellungs- und Verfahrenskosten des Einsatzes von Mikroorganismen sind dabei verhältnismäßig gering (Kaließ 2008, S.130). Mit der Biofumigation sollen ebenfalls schädigende Bodenorganismen wie Pilze und Nematoden bekämpft werden. Hierfür werden Zwischenfrüchte aus der Familie der Kreuzblütler (z.B. Ölrettich) und Korbblütler (z.B. Tagetes) als Gründüngung angebaut und nach etwa zehn Wochen zerkleinert dem Boden untergearbeitet. Bei dem enzymatischen Abbau des hohen Gehalts an Glucosinolaten in den Pflanzenteilen werden Isothiocyanate (ITCs) frei, die dem Wirkstoff Dazomet entsprechen. Die Konzentration ist jedoch etwa 100- bis 300-fach geringer, so dass die Wirkung gering ausfällt (Baab 2009, S. 348; Nitt und Wrede 2011; BdB 2013, S.19; BMEL 2015a). Vereinzelt versuchen Obstbauern auch auf neue Unterlagen auszuweichen, von denen eine Resistenz oder zumindest höhere Toleranz erwartet wird. Hierzu liegen jedoch noch keine ausreichend belastbaren Ergebnisse vor.

#### 4.1.7 Wettbewerb

Mit einer durchschnittlichen jährlichen Erntemenge von 900.000 t Äpfeln im Zeitraum 2009 bis 2013 belegt Deutschland den vierten Platz bei der Gesamterntemenge unter den EU28-Mitgliedstaaten. Auf dem ersten Platz rangiert Polen mit 2,6 Mio. t, gefolgt von

Italien und Frankreich mit jeweils etwa 1,8 Mio. t. Bezogen auf die Handelsbilanz ist Deutschland in der Sparte Obst und Gemüse ein Nettoimporteur. Der Selbstversorgungsgrad für Obst ist im letzten Jahrzehnt leicht angestiegen und bezifferte 2015/16 einen Wert von etwa 22 % (BMEL 2017). Für Äpfel liegt der Selbstversorgungsgrad nach Garming et al. (2013, S.72) bei etwa 60 %. Investitionen in neue Lagerverfahren (CA-/ULO-Lager) und der Anbau fast ganzjährig lagerfähiger Sorten wie 'Jonagored' und 'Jonagold' haben in den letzten Jahren dazu geführt, diesen Anteil auszubauen und den Markt somit auch in den Sommermonaten mit regionalen Äpfeln beliefern zu können (Dirksmeyer et al. 2009; Zander 2011, S. 32). Da die Ernte somit über einen längeren Zeitraum vermarktet werden kann, stieg das Potenzial, Preisvorteile beim Absatz der Ware zu erzielen. Apfel-Importe stammen größtenteils aus Ländern der EU, wie Italien, der Niederlande und Frankreich (siehe Abb. 28). Ein weiterer nicht unerheblicher Anteil kommt aus Drittländern wie Neuseeland und Chile (siehe Abb. 29). Aus den folgenden Grafiken wird ersichtlich, dass die Importmengen für Äpfel in den letzten Jahren tendenziell eher abnehmen.

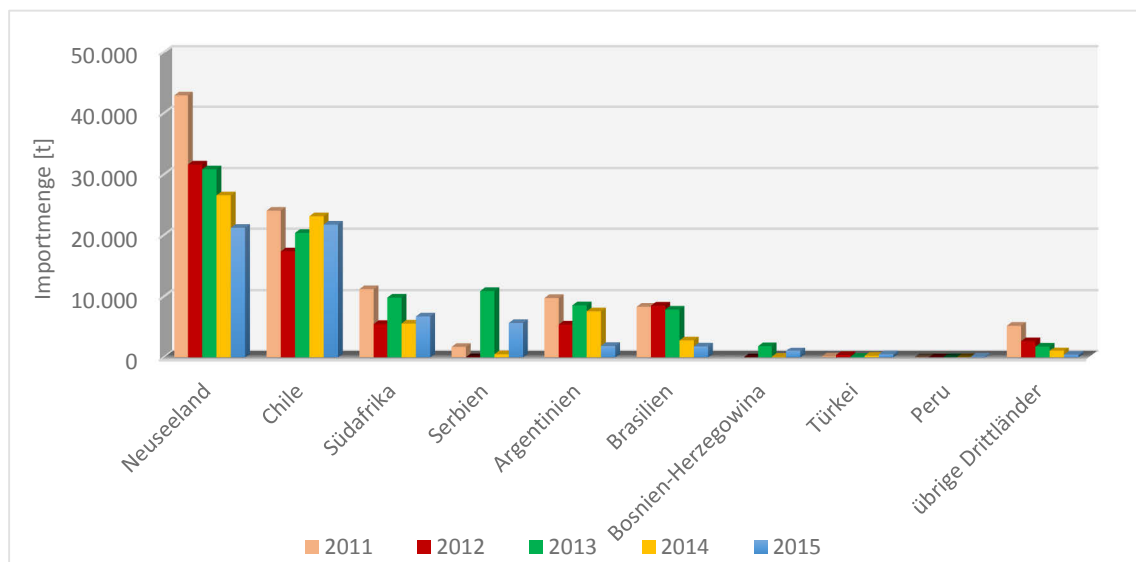


**Abb. 28:** Einfuhr von Äpfeln nach Deutschland in den Jahren 2011 bis 2015 aus Ländern der EU<sup>24</sup>

Seit 1980 sind Schwankungen der Importmengen zwischen 600.000 t und 770.000 t zu verzeichnen. Bezogen auf den Zeitraum 1980 bis 2015 ist insgesamt aber eine steigende Tendenz zu erkennen. Ein Abwärtstrend der Importzahlen ist erst seit 1995 ersichtlich (FAOSTAT 2017). Gründe hierfür sind unter anderem die hohen Qualitätsstandards, die der deutsche Einzelhandel von seinen Zulieferern abverlangt, das verhältnismäßig geringe Preisniveau aufgrund des starken Wettbewerbs der deutschen Einzelhändler, aber

<sup>24</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: BLE 2016)

auch die steigende Nachfrage nach neuen Märkten wie China, Indien, Russland, Lateinamerika und Afrika (Theuvsen et al. 2016, S.4; BMEL 2013, S.15). Darüber hinaus divergieren die Preise aufgrund des ebenfalls schwankenden international verfügbaren Angebots über die Jahre zum Teil erheblich. Als Beispiel haben Klein und Schwartau (2016) an der Niederelbe im Herbst 2013 einen Erzeugerpreis von 540 €/t und ein Jahr später einen Preis von 220 €/t beobachten können (Klein et al. 2016, S.4). Aufgrund der im Vergleich zu anderen Regionen/Ländern deutlich geringer ausfallenden Erntemenge, verzeichneten die Erzeugerorganisation an der Niederelbe im Jahr 2014 besonders hohe Umsatzeinbußen (ebd.). Insgesamt wird deutlich, dass heute nicht mehr die Produktion der primäre Impulsgeber für Innovationen ist, sondern vor allen Dingen die Märkte (Bokelmann et al. 2012, S.181).



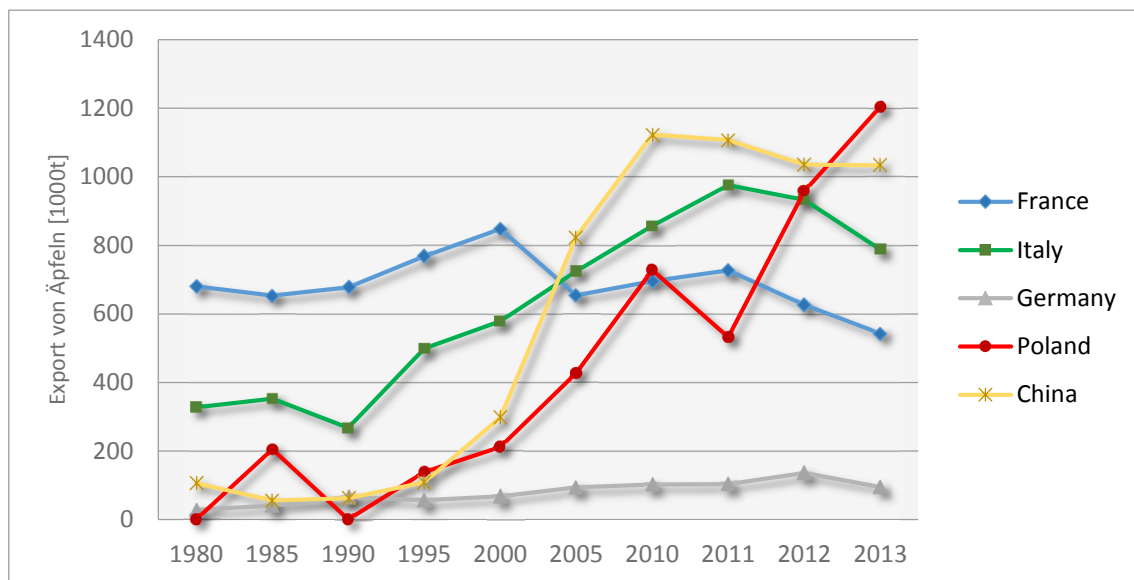
**Abb. 29:** Einfuhr von Äpfeln nach Deutschland in den Jahren 2011 bis 2015 aus Drittländern<sup>25</sup>

Neben den sinkenden Importzahlen von Äpfeln, hat die Konkurrenz durch exotische Früchte aus dem Ausland in den letzten fünf Jahren zugenommen. Der Import von tropischen und subtropischen Früchten nach Deutschland zeigt seit 2012 einen Aufwärtstrend (+15 %) (Destatis 2017; BMEL 2018). Auch wenn der Import von Zitrusfrüchten zwischen 2000 und 2016 auf gleichem Niveau verblieben ist, stieg beispielsweise die Importmenge von Bananen um etwa 10 % und die von Mangofrüchten und Guaven in den letzten fünf Jahren um etwa 22 % an (ebd.).

Der Export von Äpfeln ist vergleichsweise gering. Auch wenn sich die Zahlen seit 2005 unter starken Schwankungen auf annähernd gleichem Niveau eingependelt haben, ist im

<sup>25</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: BLE 2016)

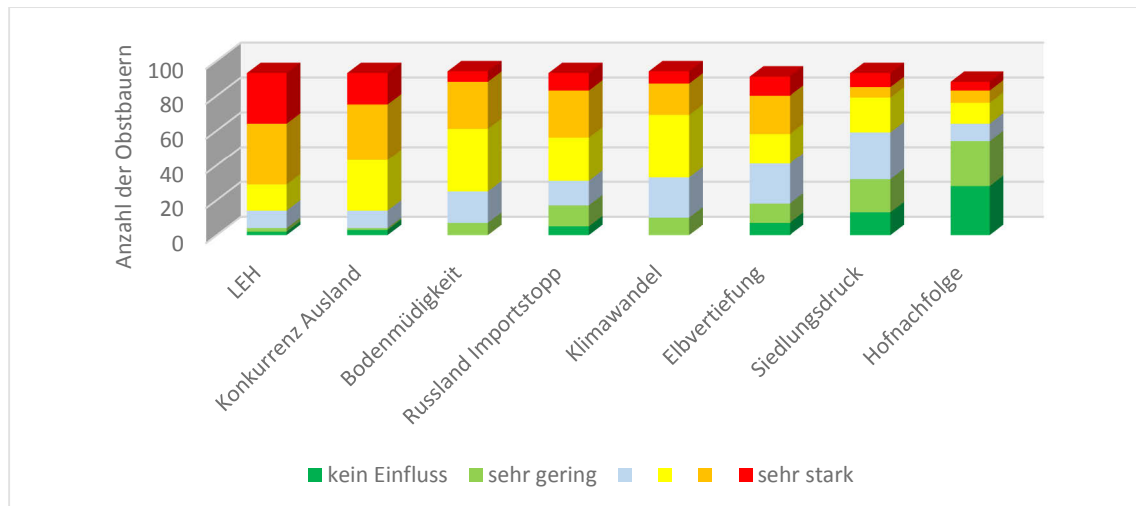
Vergleich zu 1980 eine steigende Tendenz gegeben. So fuhren die Deutschen Obstbauern im Jahr 1980 etwa 28.000 t und im Jahr 2013 ca. 95.000 t Äpfel aus (FAOSTAT 2017). Zielländer sind seit dem Importstopp Russlands insbesondere Dänemark, die Niederlande und Österreich. Die Handelsbilanzen der Hauptanbauländer Polen, Italien und Frankreich sind sehr divergierend. Polen und Italien zeigen von 1980 bis 2010 eine deutliche Zunahme ihrer Exporte von Äpfeln, wogegen Frankreich einen Rückgang verzeichnet. Zwischen 2011 und 2013 ging der Export in Italien jedoch deutlich zurück (ebd.). Eine Ähnliche Entwicklung zeigt auch China (siehe Abb. 30).



**Abb. 30:** Ländervergleich des Exports von Äpfeln<sup>26</sup>

Die Befragung der Obstbauern im Alten Land macht ebenfalls deutlich, dass die Wettbewerbsfähigkeit insbesondere durch den Preiskampf des Lebensmitteleinzelhandels, gefolgt von der Konkurrenz aus dem Ausland, beeinflusst wird (siehe Abb. 31). Der Einfluss von Bodenmüdigkeit und Klimawandel auf die Wettbewerbsfähigkeit scheint sich auf mittlerem Niveau zu befinden, bzw. kann hier ebenso auch noch viel Unsicherheit der Befragten vorliegen.

<sup>26</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: FAOSTAT)



**Abb. 31:** Einflussstärke einzelner Faktoren auf die Wettbewerbsfähigkeit des Obstbaus im Alten Land<sup>27</sup>

Die Frage nach den Einflussfaktoren auf die Apfelproduktion im Alten Land untermauern diese Ergebnisse (siehe Anhang Abbildung A.13). Auch hier wirken die Erzeugerpreise als stärkster Einflussfaktor, gefolgt von den Lohnkosten, den Absatzmöglichkeiten, den Betriebsmittelpreisen sowie der Verfügbarkeit von (Fach-) Personal. Grundlegend ist somit auch der Einfluss des neuen Mindestlohngesetzes in Deutschland. Nach Dirksmeyer et al. (2009) belaufen sich die Arbeitskosten beim Apfelanbau auf 30-60 % der Gesamtkosten. Die Steigerung des Mindestlohns würde ihrer Meinung nach die Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsgartenbaus gefährden (Dirksmeyer et al. 2016, S.160). Insgesamt aber wird die Wettbewerbsfähigkeit von den Befragten als mittel bis gut eingestuft.

Italien steht, genauso wie Frankreich und Polen, mit Deutschland aufgrund desselben Erntezeitraums, der direkten Nachbarschaft und der kurzen Transportwege (Export) in einer direkten Konkurrenzbeziehung (Garming et al. 2015, S. 130). Mit einem Selbstversorgungsgrad bei Äpfeln von etwa 181 % gehört Italien zu den Nettoexporteuren (Schmitt 2014, S.98). Im Jahr 2015 stammten etwa 38 % der von Deutschland importierten Äpfel aus Italien (BLE 2016). Auch wenn sich die Exportzahlen innerhalb der letzten 15 Jahre nahezu verdoppelt haben, ist der Trend seit 2011 rückläufig. Die Produktionsmengen verharren zwischen 1990 und 2012 auf demselben Niveau. Grund hierfür sind vor allem fehlende Expansionsmöglichkeiten aufgrund von Flächenknappheit (Schmitt 2014, S.8). Die italienischen Obstbauern erreichen, infolge der günstigen klimatischen Verhältnisse, mit einer großen Anzahl an Sonnenstunden im Jahr, Erträge

<sup>27</sup> Eigene Darstellung (Daten aus eigener Befragung)

im Durchschnitt von 50 Tonnen pro Hektar (ebd., S.180). Des Weiteren wirtschaftet der Großteil der italienischen Obstbauern in kleineren Familienbetrieben, die zu Genossenschaften verbunden und von Erzeugerorganisationen organisiert sind. Die durchschnittliche Betriebsgröße liegt bei weniger als 3 ha (FAO 2014, S.6). Aufgrund der vergleichsweise geringeren Lohnkosten in Italien (kein Mindestlohn) und des hohen Anteils an Familienarbeitskräften im Obstbau fallen die Arbeitskosten im Vergleich zu Deutschland weniger ins Gewicht. Dafür sind bei den vergleichsweise kleineren Betrieben die Maschinen weniger stark ausgelastet.

Bezogen auf die Nachbaukrankheit werden sich auch in Italien aufgrund der mangelnden Ausweichflächen in Zukunft Probleme häufen. Ein Bericht von Knorst et al. (2012) beschreibt, dass seit dem Jahr 2008 auch in der Schweiz die Nachbauprobleme erheblich zugenommen haben. Doch in beiden Ländern ist, ähnlich wie in den meisten anderen Ländern der EU ausgenommen Deutschland, Estland, Lettland, Litauen und Finnland, der Pflanzenschutzmittelwirkstoff Dazomet ohne Unterbrechung noch bis zum Jahr 2021 zugelassen (Nitt und Wrede 2011, S.39). Als Grundlage gilt die Richtlinie 91/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln, die eine einheitliche Liste der innerhalb Europas zulassungsfähigen Pflanzenschutzmittel beinhaltet. Doch Unterschiede in der nationalen Rechtsprechung bewirken ein Ungleichgewicht im europäischen Wettbewerb.

Neben den sinkenden Importmengen von Äpfeln, zeigen seit dem Jahr 2011 mit einem weiteren Höhepunkt in 2013 auch die Einfuhrzahlen von Baumschulerzeugnissen aus Ländern der Europäischen Union nach Deutschland einen deutlichen Rückgang (siehe Tab. 6). Einfuhren aus Drittländern nehmen dagegen zu, umfassen aber lediglich einen Anteil von nur etwa 2 % der Gesamteinfuhren. Insgesamt wurden in den Jahren 2011 und 2013 jeweils rund 158.000 t Baumschulerzeugnisse nach Deutschland importiert. Im Jahr 2015 waren es mit rund 92.000 t etwa 40 % weniger Einfuhren. Am stärksten ist die Abnahme der Einfuhren von Baumschulerzeugnissen aus den Niederlanden (-47 %) und Spanien (-69 %). Die Einfuhren aus Österreich (+24 %) und Frankreich (+11 %) nahmen dagegen zu.



**Tab. 6:** Einfuhrmengen von Baumschulerzeugnissen nach Deutschland<sup>28</sup>

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>EU 28</b>	<b>Tonnen</b>				
Niederlande	113.292	111.310	117.103	68.274	60.618
Italien	27.610	18.531	25.670	21.263	18.502
Belgien	5.507	4.615	4.077	3.812	3.238
Dänemark	2.302	3.772	3.349	1.389	2.290
Spanien	4.631	4.221	2.915	2.556	1.441
Frankreich	1.289	1.158	1.256	683	1.432
Polen	1.050	1.087	838	908	876
Österreich	697	647	334	225	863
Sonstige (EU 28)	870	713	1.146	913	690
<b>Drittländer</b>	<b>Tonnen</b>				
Schweiz	38	536	576	656	598
E. j. R. Mazedonien				268	570
Sonstige (Drittländer)	628	637	721	646	683
<b>Gesamteinfuhren</b>	158.027	147.205	157.877	101.553	91.672

Hauptimporteur von Baumschulwaren nach Deutschland ist mit einem deutlichen Abstand und einem Importanteil von 67 % die Niederlande, gefolgt von Italien mit 20 % und Belgien mit lediglich 4 % (siehe Anhang Abbildung A.7). Alle anderen Länder der Europäischen Union spielen bei der Einfuhr von Baumschulwaren ebenfalls eine nur untergeordnete Rolle. Eine Gegenüberstellung der jährlich erscheinenden Handelsstatistik für Blumen und Pflanzen der International Association of Horticultural Producers (AIPH) zeigt annähernd dieselbe Verteilung. Mit ihr gelingt darüber hinaus ein Blick auf die Entwicklung der Handelsströme der Sparte "Obstbäume und Stauden". Auch hier liegt der Schwerpunkt der Einfuhren im Jahr 2015 bei den Nachbarländern Niederlande (64 %) und Italien (9 %), auch wenn Italien für diese Sparte einen geringeren Anteil (hier bezogen auf den Importwert in €) einnimmt. Polen belegt mit 4 % im Jahr 2016 bereits den vierten Platz der Hauptzulieferländer. Der Anteil der Importe aus Drittländern (2015:10 %, 2016:12 %) scheint für Obstbäume und Stauden höher im Vergleich zu Baumschulprodukten. Bei einem Blick auf die Entwicklung über die letzten Jahre scheint sich jedoch kein Trend abzuzeichnen (siehe Anhang Abbildung A.8).

Die Ausfuhren deutscher Baumschulerzeugnisse in Länder der Europäischen Union sowie in Drittländer sind in den letzten Jahren ebenfalls rückläufig. Besonders stark ist die prozentuale Abnahme der Ausfuhren (-26 %) seit 2012 (siehe Tab. 7). Hierbei sticht der Einbruch der Exporte nach Frankreich (-42 %) und der Tschechischen Republik

<sup>28</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: Destatis, BMEL, BLE 2015a)

(-30 %) besonders hervor. Doch sind die Einfuhren im Verhältnis zu den Ausfuhren deutlich stärker zurückgegangen. Im Jahr 2011 lagen die Einfuhren noch 65 % über den Ausfuhren. Vier Jahre später überstiegen sie diese nur noch um 14 %. Somit bleibt

**Tab. 7:** Ausfuhrmengen deutscher Baumschulerzeugnisse in die EU und zu Drittländern<sup>29</sup>

	2011	2012	2013	2014	2015
<b>EU 28</b>	<b>Tonnen</b>				
Österreich	8.394	14.510	6.511	7.506	7.543
Niederlande	7.744	11.016	10.237	9.668	7.201
Schweden	7.941	6.476	7.318	7.916	6.948
Verein. Königreich	5.385	8.057	8.063	8.107	6.504
Frankreich	10.304	14.000	13.762	7.053	5.966
Lettland	4.617	1.575	2.394	986	5.007
Dänemark	4.735	3.653	4.460	3.594	3.597
Polen	3.114	3.319	1.963	2.061	2.866
Tschech. Rep.	2.801	2.602	2.329	1.919	1.972
Italien	1.160	1.421	1.482	1.258	1.370
Luxemburg	1.633	1.530	1.097	1.143	1.221
Sonstige (EU 28)	13.220	15.299	15.045	13.477	6.313
<b>Drittländer</b>	<b>Tonnen</b>				
Schweiz	13.454	14.746	14.594	12.791	13.456
Norwegen	3.437	3.609	3.902	4.413	3.941
Türkei	1.984	2.681	8.810	4.169	3.065
Sonstige	5.713	4.061	4.415	1.807	3.157
<b>Gesamtausfuhren</b>	<b>95.900</b>	<b>108.473</b>	<b>106.208</b>	<b>87.856</b>	<b>80.127</b>

Deutschland im Handel mit Baumschulerzeugnissen vorerst Nettoimporteur. Die Ausfuhren deutscher Baumschulerzeugnisse in die benachbarten Länder sowie weltweit sind anders als die Einfuhren annähernd gleichverteilt (siehe Anhang Abbildung A.9). Der mit einem Wert von 17 % noch größte Anteil der Waren geht an die Schweiz, weitere Anteile von jeweils 7 bis 9 % erreichen Österreich, die Niederlande, Schweden, das Vereinigte Königreich und Frankreich. Die Werte der AIPH-Handelsstatistik aus dem Jahr 2015 lassen sich nicht direkt denen von Destatis gegenüberstellen, da die Daten für die Schweiz teilweise fehlen. Ein Vergleich mit den Daten aus 2016 macht aber deutlich, dass auch für den Bereich Obstbäume und Stauden die Schweiz mit einem Anteil von 24 % am Importwert Hauptabnehmer vor Österreich (20 %) und den Niederlanden (9 %) ist (siehe Anhang Abbildung A.10). Doch liegt hier der Schwerpunkt deutlich auf den beiden Nachbarländern Schweiz und Österreich. Betrachtet man die Veränderung der Verteilung über die Jahre, deutet sich eine leichte Steigerung des Wertes der Exporte von

<sup>29</sup> Eigene Darstellung (Datengrundlage: Destatis, BMEL, BLE 2015a)

Obstbäumen und Stauden nach Österreich, Belgien, Luxemburg und Italien an. Eine Abnahme verzeichnen die Exportwerte nach Frankreich und den Niederlanden (siehe Anhang Abbildung A.11). Auch hier zeigt der Blick auf die Handelsbilanzen, dass trotz eines deutlichen Rückgangs der Einfuhren von Baumschulerzeugnissen mit dem Hauptzulieferer Niederlande, Deutschland vorerst Nettoimporteur bleibt.

#### 4.1.8 Zusammenfassung

Das Alte Land mit seinem maritimen Klima, den fruchtbaren Marschböden und der Nähe zur Metropolregion Hamburg bietet für den Apfelanbau eine besonders gute Grundlage. Doch trotz der scheinbar guten Bedingungen ist der Obstbau im Alten Land von einem fortschreitenden Strukturwandel gekennzeichnet. Die Betriebszahlen nehmen deutlich ab, die Betriebsgrößen zu und die Produktion wird zunehmend intensiviert. Gründe hierfür sind unter anderem:

- steigende Anforderungen der Gesellschaft und des LEH,
- die Konzentration des Einzelhandels und geringe Erzeugerpreise,
- der neue gesetzliche Mindestlohn,
- die begrenzten Mechanisierungsmöglichkeiten,
- die kleinen Betriebseinheiten, die als Familienbetriebe häufig im Nebenerwerb betrieben werden.

Diese Betriebe sind häufig gezwungen, die Aufwendungen der Produktion mit der Nicht-Entlohnung der familiären Arbeitskräfte zu decken. Hinzu kommt, dass aufgrund der regionalen Konzentration der Apfelflächen neue Plantagen immer häufiger im Nachbau angelegt werden müssen. Doch die Bodenmüdigkeit wird auf der Marsch weniger problematisch angesehen als auf der Geest. Im Alten Land liegt der Produktionsschwerpunkt seit Jahrzehnten auf Äpfeln. Ein Wechsel auf andere Kulturarten ist aufgrund der gegebenen Strukturen der Betriebe und des Marktes keine reale Option. Neben Ertragseinbußen stellen insbesondere Qualitätsmängel der Früchte, als ein Symptom der Nachbaukrankheit, ein Problem bei der Vermarktung dar. Die Bodenmüdigkeit wird aber von vielen Obstbauern nicht als großes Problem wahrgenommen. Gründe sind unter anderem Unterschiede im Produktionsstandort (Bodentyp), die unspezifischen Symptome und das Fehlen zuverlässiger Diagnoseinstrumente.

Auch das Baumschulwesen in Deutschland zeigt diese Entwicklung. Ihre Produktionsflächen liegen zum Großteil auf der Geest. Ein Produktionsschwerpunkt liegt in der Kultivierung von Arten der Familie der Rosaceae. Aufgrund des hohen Produktionswertes pro Hektar kann die Bodenmüdigkeit auf Baumschulflächen besonders hohe wirtschaftliche Schäden verursachen.

Die finanzielle Situation an deutschen Hochschulen bewirkt, dass immer weniger anwendungsorientierte Forschung betrieben wird. Auch reicht diese oft nicht aus, um neue Technologien in der Landwirtschaft zu etablieren. Vereinzelt versuchen Anbauer der Bodenmüdigkeit mit vorbeugenden oder bodenverbessernden Maßnahmen zu begegnen. Doch keine dieser Maßnahmen hatte bisher einen maßgeblichen Erfolg verzeichnen können. Das vorübergehende Anwendungsverbot des sehr wirksamen Pflanzenschutzmittels Basamid traf besonders Baumschulen, da es von den Obstbauern an der Niederelbe bisher nur wenig eingesetzt wurde.

Die steigenden gesellschaftlichen Ansprüche verschärfen die gesetzliche Rahmgebung und somit die Produktions- und Wettbewerbsbedingungen in Deutschland zunehmend. So auch die steigenden Anforderungen bezüglich der Abstandsaufgaben zu wasserführenden Gräben und Gewässern sowie der Beschaffenheit von Pflanzensprühtechnik im Allgemeinen. Die folgenden Tabellen 8 und 9 fassen die gewonnenen Ergebnisse aus Kapitel 4.1 noch einmal nach dem Schema einer SWOT-Analyse zusammen.

**Tab. 8:** SWOT-Analyse zur Apfelproduktion an der Niederelbe – Stärken und Schwächen

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ernährungsphysiologisch wertvolles Naturprodukt, positiv besetzt</li> <li>• hohe Produktqualität durch die Einhaltung von Qualitätsstandards und der Grundsätze der Guten fachlichen Praxis sowie der Integrierten Produktion</li> <li>• Zusammenschluss zu EO, zwischenbetriebliche Kooperation</li> <li>• längere Lagerhaltung durch neue Lagertechnik → Preisvorteile beim Absatz</li> <li>• vergleichsweise große Betriebe (durchschnittliche Baumobstfläche 14 ha, am Bodensee 4 ha)</li> <li>• durchschnittlich steigender Betriebsertrag, zunehmende Betriebsmodernisierungen, steigende Flächenproduktivität</li> <li>• Metropolregion, Clusterphänomen (regionaler Absatz, kurze Wege, Verbreitung von Innovationen und Wissen)</li> <li>• hohe Konzentration von Obstbau- und Baumschulbetrieben, vor- und nachgelagerter Industrie, Unternehmen des Vertriebs und der Beratung sowie von Forschungseinrichtungen (hohes regionales Know-How)</li> <li>• maritimes Klima, ausgeglichener Wasserhaushalt → optimale Anbaubedingungen</li> <li>• fruchtbare Marschböden, gewässerreiche Landschaft</li> <li>• Fortschritte in Pflanzenzucht (kleinere ertragsreichere Bäume)</li> <li>• gemeinsames Züchtungsprogramm mit Frankreich</li> <li>• Norddeutsche Kooperation: länderübergreifender Zusammenschluss von Einrichtungen des gärtnerischen Versuchswesens</li> <li>• Intermediäre in der Region: Transferzentrum Elbe-Weser (TZE), Obstbauversuchsanstalt (OVA), Kompetenzzentrum Baumschule</li> <li>• Zusammenschluss von Vertriebsgesellschaften und Erzeugerorganisationen zur Deutschen Obst-Export-Kontor GmbH (DOEK)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstbau unattraktiv, niedrige Ausbildungsquote, wenig Nachwuchs (Fachkräftemangel)</li> <li>• geringer Mechanisierungsgrad, hoher Arbeitsaufwand</li> <li>• Alternanz bei Apfel</li> <li>• lange Kulturdauer bis zum vollen Ertrag</li> <li>• hoher Spezialisierungsgrad des Obstbaus (Infrastruktur, Betriebsausstattung, Markt) → Umstieg auf andere Kulturen nicht sinnvoll</li> <li>• schwache Verhandlungsposition gegenüber dem LEH; Marktmacht LEH</li> <li>• geringes Preisniveau durch den hohen Preisdruck des LEH; keine Preissicherheit, keine Abnahmegarantien</li> <li>• Betriebe im Durchschnitt keine volle Faktorentlohnung → Fam-AK Verzicht auf Einkommen</li> <li>• geringe bis sehr geringe Eigenkapitalquote (Investitionsvermögen)</li> <li>• geringe eigene Innovationskraft kleiner Betriebe</li> <li>• Frischobst austauschbar (Substitutionsgüter)</li> <li>• ca. 3/4 der Flächen im Nachbau</li> <li>• steigendes Durchschnittsalter der Plantagenbäume</li> <li>• hohe Anbaukonzentration → kaum Ausweichflächen, Betriebswachstum oft nur durch Übernahme möglich</li> <li>• keine Diagnoseinstrumente für Bodenmüdigkeit, Ursachen noch unklar; keine effizienten Maßnahmen gegen BM</li> <li>• Baumschulen: Geest, hoher Produktionswert/ha, hoher Anteil an Rosaceae</li> <li>• Konkurrenz zu geschützten Sorten aus dem Ausland mit hoher Nachfrage (z.B. Jazz, Pink Lady)</li> <li>• Zuchtfortschritte langwierig, Obstbau wenig Sortenschutzanmeldungen</li> <li>• immer weniger anwendungsorientierte Forschung an dt. Hochschulen</li> <li>• Beratungsstruktur unübersichtlich</li> <li>• Pfadabhängigkeiten</li> </ul>

**Tab. 9:** SWOT-Analyse zur Apfelproduktion an der Niederelbe – Chancen und Risiken

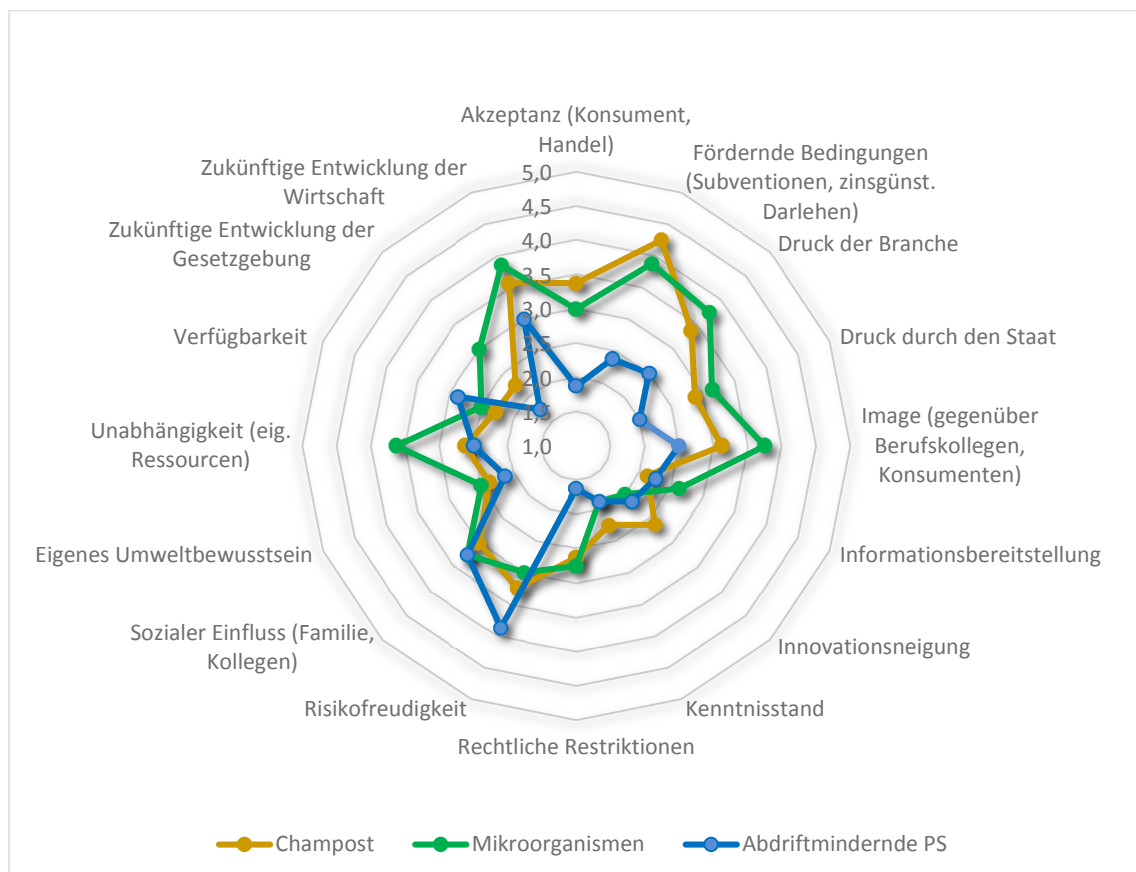
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SVG Apfel 43-60 % (Potenzial nach oben)</li> <li>• neue Märkte in Asien; Ausbau des Exports (gutes Image deutscher Produkte), weniger Importe</li> <li>• Ökologischer Anbau (10 %), Clubsysteme (5-10 %)</li> <li>• Strukturwandel (Nutzung von Skaleneffekten, Verhandlungsposition zum LEH wird besser) größere, schlagkräftigere und somit auch wettbewerbsfähigere Betriebseinheiten</li> <li>• Konzentration im LEH → längere, engere Lieferbeziehungen</li> <li>• wachsendes Gesundheitsbewusstsein, Ansprüche an Regionalität und Nachhaltigkeit; Convenience-Trend</li> <li>• LEH mehr Bestrebungen bezüglich Qualitätsführerschaft und Regionalität</li> <li>• Klimawandel (Anbau neuer Sorten, Ausfärbung, längere Vegetationsperiode, Niederschlagsmenge, höhere Erträge)</li> <li>• Erzeugerorganisation: Konzentration auf eigene Stärken durch Arbeitsteilung → Prozessoptimierungen, effektiver Ressourcen- und Arbeitskräfteeinsatz, Produktivitätssteigerung</li> <li>• Operationelle Programme; Inanspruchnahme von Fördermaßnahmen</li> <li>• engere Vernetzung der Akteure, Wissenstransfer</li> <li>• Teilmechanisierung der Ernte</li> <li>• Ausbau der Direkt-/Selbstvermarktung (Lagerverkauf, mobile Verkaufsstände, Hoffest, Selbstpflücke)</li> <li>• Innovationen in Technik, Pflanzenschutz, Unterlagen und Sorten</li> <li>• Diversifikation (Sorten, Kulturen)</li> <li>• Touristisches Potenzial</li> <li>• neue Sorten (Toleranz gegenüber ARD)</li> <li>• Nutzung von Unterlagen der AA-Qualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkurrenz aus dem Ausland</li> <li>• Betriebe des unteren Drittels gefährdet</li> <li>• Bodenmüdigkeit (verminderter Ertrag, Fruchtqualität) vs. zunehmende Intensivierung des Apfelanbaus</li> <li>• Probleme bei mehrfachem Nachbau auch auf Marsch</li> <li>• geringe Problemwahrnehmung der BM</li> <li>• steigende gesetzliche Auflagen</li> <li>• PSM-Verfügbarkeit (steigende Zulassungsanforderungen)</li> <li>• neue Pflanzenschutzbestimmungen</li> <li>• Verschiebung im Nachfrageverhalten (Geschmack), Substitutionsgüter (exotische Früchte)</li> <li>• Klimawandel (Spätfrostisiko, Schädlingsdruck erhöht, übermäßige Zuckerspeicherung, Extremwetterereignisse, traditionelle Sorten, Rotfärbung)</li> <li>• Clubsystem: Fehlinvestition, Verlust an Wertschöpfung bei Standard-Sorten, Abhängigkeit</li> <li>• Elbvertiefung (Verschiebung der Brackwasserzone, Wasserverfügbarkeit)</li> <li>• steigende Betriebskosten (Verhältnis von Erzeuger- zu Betriebsmittelpreis verschlechtert)</li> <li>• Flächenverfügbarkeit, -preise</li> <li>• Mindestlohngesetz, Arbeitszeitgesetz</li> <li>• steigende Anforderung an Dokumentation, Zertifizierung</li> <li>• Siedlungsdruck (z.B. Hamburger Hafen)</li> <li>• Schwankungen bei den Erzeugerpreisen (Ernteergebnisse in der EU)</li> <li>• Unterlagenwechsel (M9 → M25)</li> <li>• sinkende Erzeugerpreise (Marktmacht LEH und Preiswettbewerb)</li> <li>• sinkendes Preisniveau für Lebensmittel</li> <li>• weitere Abnahme des Pro-Kopf-Verbrauchs</li> </ul>

## 4.2 Deskriptive Ergebnisauswertung der Akzeptanzstudie

In den folgenden zwei Unterabschnitten werden die Ergebnisse des Expertenworkshops zur Gewichtung potenzieller Einflussfaktoren sowie die Ergebnisse aus der einfachen Auswertung der Umfragedaten der Akzeptanzstudie in Excel wiedergegeben.

### 4.2.1 Ergebnisse des Expertenworkshops

Im Rahmen eines Expertenworkshops an der Obstbauversuchsanstalt in Jork wurde von acht Experten eine Gewichtung des möglichen Einflusses verschiedener innerer und äußerer Faktoren auf die Übernahme von Innovationen im Obstbau vorgenommen. In Abbildung 32 wurden die Ergebnisse in Form eines Spinnennetzdiagramms dargestellt.



**Abb. 32:** Wichtung von Einflussfaktoren der Übernahme verschiedener Innovationen im Apfelanbau

Der innerste Ring beschreibt dabei Faktoren mit hohem Einfluss auf die potenzielle Übernahme oder Ablehnung einer Innovation. Nach außen hin nimmt der Einfluss des jeweiligen Faktors ab. Auf dem ersten Blick macht die Abbildung deutlich, dass die beiden Verfahren zur Eindämmung der Folgen von Bodenmüdigkeit, der Einsatz von

Champost und Mikroorganismen, sich in ihren Einflussfaktoren und deren Stärke mit einzelnen Ausnahmen sehr ähneln. Aber auch die Einflussfaktoren des dritten Verfahrens, die Übernahme abdriftmindernder Pflanzenschutztechnik, zeigen annähernd dieselben Peaks. So wurden von den Experten die Innovationsneigung, der Kenntnisstand, die rechtlichen Restriktionen sowie das Umweltbewusstsein des Adopters für alle drei Verfahren als die wichtigsten Einflussfaktoren angesehen und somit in den Fragebogen der Akzeptanzstudie als additive Modellgrößen integriert. Dagegen bewerten die Experten Faktoren wie die Risikofreudigkeit, den sozialen Einfluss durch Familie und Berufskollegen sowie die zukünftige Entwicklung der Wirtschaft weniger einflussreich auf die Übernahmebereitschaft der drei Verfahren. Unterschiede werden am stärksten zwischen den Verfahren abdriftmindernde Pflanzenschutztechnik und Mikroorganismeneinsatz deutlich. Hier wiegen der Einfluss des Images gegenüber Berufskollegen und Konsumenten, der Druck durch den Staat sowie fördernde Bedingungen wie Subventionen oder zinsvergünstigte Darlehen am Beispiel einer etwaigen Übernahme abdriftmindernder Pflanzenschutztechnik deutlich stärker. Aber auch zwischen den beiden Verfahren zur Überwindung der Folgen von Bodenmüdigkeit sind zwei Einflussfaktoren unterschiedlich stark ausgeprägt. So wurde von den Experten wiederum der Einfluss der zukünftigen Entwicklung der Gesetzgebung und der Unabhängigkeit von eigenen Ressourcen wie dem Arbeitskräfteeinsatz oder dem Einsatz vorhandener Technik zur Umsetzung des Verfahrens bezogen auf den Einsatz von Champost höher gewichtet.

#### 4.2.2 Ergebnisse der Akzeptanzstudie

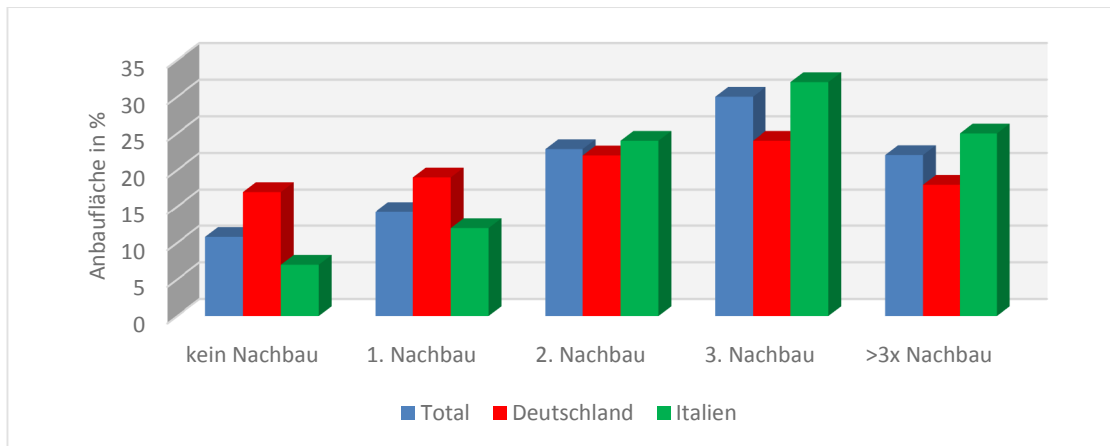
Insgesamt nahmen 118 Apfelanbauer an der Befragung teil, womit die Mindestanforderungen nach Hair et al. (2014) an die Stichprobe bei einer maximalen Anzahl von sieben Messindikatoren für das Konstrukt "relativer Vorteil" und einer maximalen Anzahl von sechs Pfaden zum Konstrukt "Nutzungsabsicht" mehr als erfüllt wurden. Die indirekte Bestimmung der Geschlechterverteilung über die Versandadressen der Teilnehmerpräsente ergab einen Anteil an männlichen Befragungsteilnehmern in Deutschland wie auch Italien von über 90 % und deckt sich auf diese Weise mit den vorausgegangenen Ergebnissen. Somit bleibt im weiteren Verlauf der Ergebnisauswertung das Geschlecht als Faktor unberücksichtigt. Die Altersverteilung zeigt im Vergleich zur ersten Befragung der Apfelanbauer Unterschiede auf (siehe Anhang Abbildung B.1). Grund hierfür ist der hohe Anteil an Befragungsteilnehmern unter 26



Jahren, hervorgegangen aus der Befragung der Meisterklasse im ESTEBURG-Obstbauzentrum. Überdies hinaus zeigt die Stichprobe aus Italien dennoch eine nahezu identische Verteilung im Vergleich zur Gesamtstichprobe. Eine weitere mögliche Ursache an dem im Vergleich zur ersten Befragung höheren Anteil junger Befragungsteilnehmer liegt nach wissenschaftlichen Erkenntnissen an der angewandten Methode der Onlinebefragung. Danach nimmt die Internetnutzung mit zunehmendem Alter ab (Gusy und Marcus 2012).

In zwei weiteren Fragen wurde die berufliche Qualifikation der Befragten erhoben. Hierfür wurden die beruflichen Abschlüsse erfasst, sowie die Anzahl von Jahren der Berufserfahrung im Bereich Obstbau/ Landwirtschaft erfragt. Es zeigt sich, dass in der Stichprobe 33 der Befragten eine Meister- oder Technikerausbildung absolviert hatten. Weitere 45 Umfrageteilnehmer besitzen einen Hochschul- oder Fachhochschulabschluss, wovon einer der Befragten ebenfalls den Grad des Meisters oder Technikers innehatte. Nur 3 der Abschlüsse von den Befragten stammen nicht aus dem gartenbaulichen oder landwirtschaftlichen Bereich, so dass diese als Quereinsteiger zu betrachten sind. Von den 44 Personen, die einen Fachschulabschluss besitzen, ist von 28 die Lehre der höchste Bildungsabschluss. In Ausbildung befinden sich 11 der Befragten, von denen bereits vier einen Abschluss als Meister oder einen Hochschulabschluss besitzen. Die abschließende Frage erhob die Anzahl an Jahren Berufserfahrung. Hierbei stellte sich heraus, dass trotz des relativ hohen Anteils an jungen Befragungsteilnehmern, in der Gesamtstichprobe dennoch eine durchschnittliche Berufserfahrung von 19,5 Jahren vorliegt.

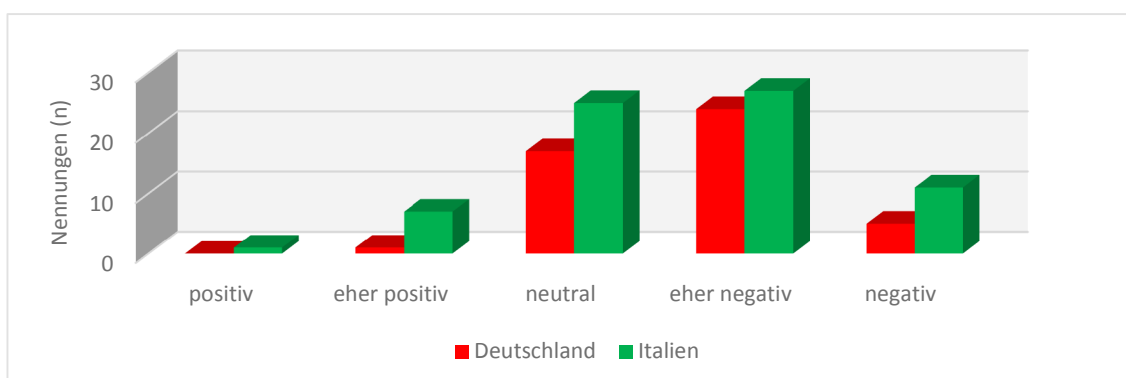
Im ersten Teil der Befragung wurden die Teilnehmer gebeten, zu schätzen, mit wieviel Prozent ihrer Fläche sie sich zum ersten, zweiten und dritten Mal bzw. häufiger im Nachbau von Apfel befinden. Die Ergebnisse in Abbildung 33 zeigen, dass der Großteil der Flächen der Stichprobe sich mindestens im zweiten oder gar dritten Nachbau befindet.



**Abb. 33:** Anteil der Flächen im (mehrfachen) Nachbau

Eine Untergliederung der Flächen nach den Anbauländern zeigt, dass sich in Italien der wiederholte Nachbau etwas stärker häuft als in Deutschland. Doch unterlag der Einsatz von Dazomet in den vergangenen Jahren in Italien, anders als in Deutschland, keiner Beschränkung. Dennoch wird in Italien ähnlich wie in Deutschland die Bodenmüdigkeit für den eigenen Betrieb eher negativ gewertet (siehe Abb. 34).

Darüber hinaus wird basierend auf der Frage nach der Betriebsplanung für die nächsten 20 Jahre deutlich, dass neben einer Betriebsflächenerweiterung (43 %) sowie der Erweiterung der Apfelproduktion (36 %), die Intensivierung von einer großen Anzahl an Befragten (31 %) weiterhin im Fokus steht. Eine Extensivierung streben 7 % und eine Reduktion der Apfelproduktion 10 % der Befragungsteilnehmer an. Nur etwa 3 % denken über eine Hofaufgabe nach. Etwa 18 % sehen keine Änderungen auf den Betrieb zukommen.

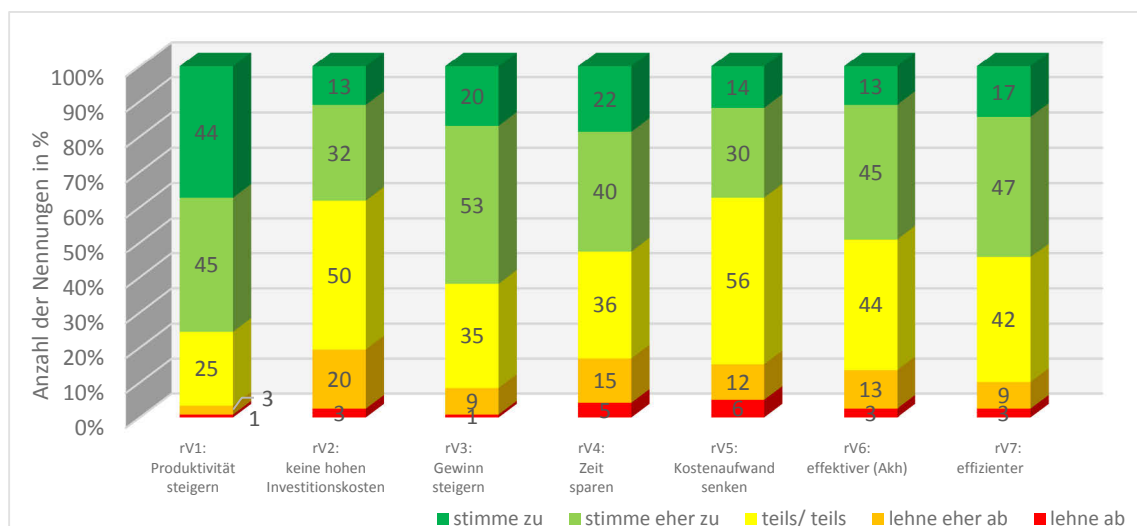


**Abb. 34:** Wahrnehmung des Einflusses von Bodenmüdigkeit für den eigenen Anbau

Die letzte Frage im Allgemeinen Teil zielte darauf ab, die Erfahrung der Befragten in Bezug auf den Einsatz von Mikroorganismen im Obstbau zu bestimmen. Hierbei stellte sich heraus, dass ein Viertel der Umfrageteilnehmer keine Kenntnisse besitzt (siehe

Anhang Abbildung B.3). Dennoch können 37 % der Befragten berichten, Mikroorganismen im eigenen Betrieb bereits angewandt zu haben, jedoch nur wenig Erfahrung zu besitzen. 30 % konnten Erfahrungen über Beobachtung sowie im Gespräch mit Berufskollegen sammeln. Der Großteil jedoch bezieht seine Kenntnisse aus der Recherche in Fachliteratur, durch Beratung oder andere externe Informationsquellen. Nur drei der Befragten besitzen viel Erfahrung im Umgang mit Mikroorganismen.

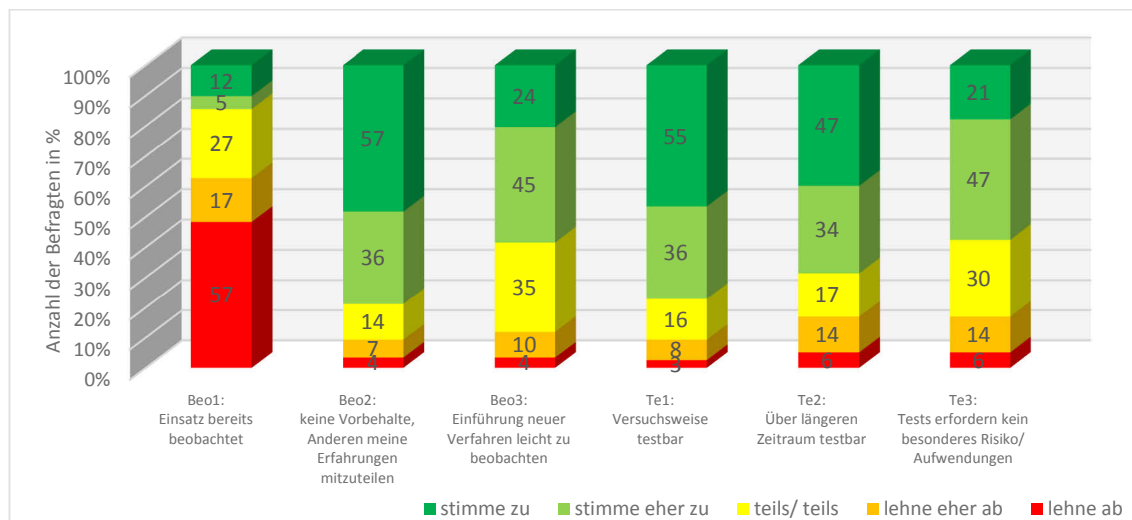
Im weiteren Verlauf erfolgt zunächst eine einfache Auswertung der Schätzfragen zu den Messindikatoren der einzelnen latenten Variablen. In Abbildung 35 sind zunächst die Ergebnisse der Messindikatoren des Konstruktes "relativer Vorteil" dargestellt. Es wird schnell deutlich, dass eine hohe Unsicherheit bzw. Neutralität in der Bewertung der Investitionskosten des Einsatzes von Mikroorganismen und des allgemeinen Kostenaufwandes während der Produktion besteht. Zudem sind besonders auch Unsicherheiten hinsichtlich einer möglichen Steigerung der Effektivität des Arbeitskräfteeinsatzes und der Effizienz bei einem Mikroorganismeneinsatz, im Vergleich zu anderen Maßnahmen gegen Bodenmüdigkeit, zu erkennen. Dennoch werden diese Indikatoren eher positiv gewertet. Insgesamt wird allen Aussagen, die einen relativen Vorteil des Einsatzes von Mikroorganismen widerspiegeln, tendenziell eher zugestimmt. Besonders aber versprechen sich die Befragten eine Steigerung der Produktivität sowie ihrer Gewinne.



**Abb. 35:** Bewertung von Aussagen zum relativen Vorteil des MO-Einsatzes

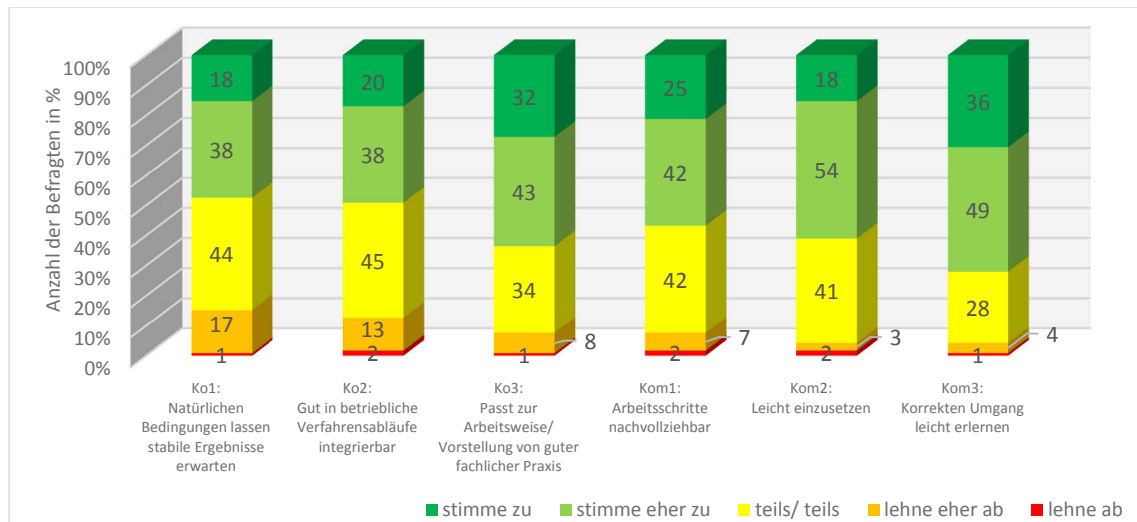
Abbildung 36 veranschaulicht die Bewertung der Konstrukte Beobachtbarkeit und Testbarkeit mit ihren jeweils drei Messindikatoren. Es zeigt sich, dass das für die Behandlung bodenmüder Flächen bisher wenig ausgereifte Verfahren von nur wenigen

Befragungsteilnehmern beobachtet werden konnte. Bei Einführung neuer Verfahren durch Berufskollegen, fällt es den Befragten jedoch sonst leicht, diese zu beobachten. Auch hegen sie selbst keine Vorbehalte darin, Berufskollegen ihre Erfahrungen aus dem Einsatz neuer Verfahren mitzuteilen. Der testweisen Erprobung des Einsatzes von Mikroorganismen steht der Großteil der Befragten sogar für einen längeren Zeitraum positiv gegenüber. Das dabei empfundene Risiko bzw. die Aufwendungen sehen sie eher begrenzt.



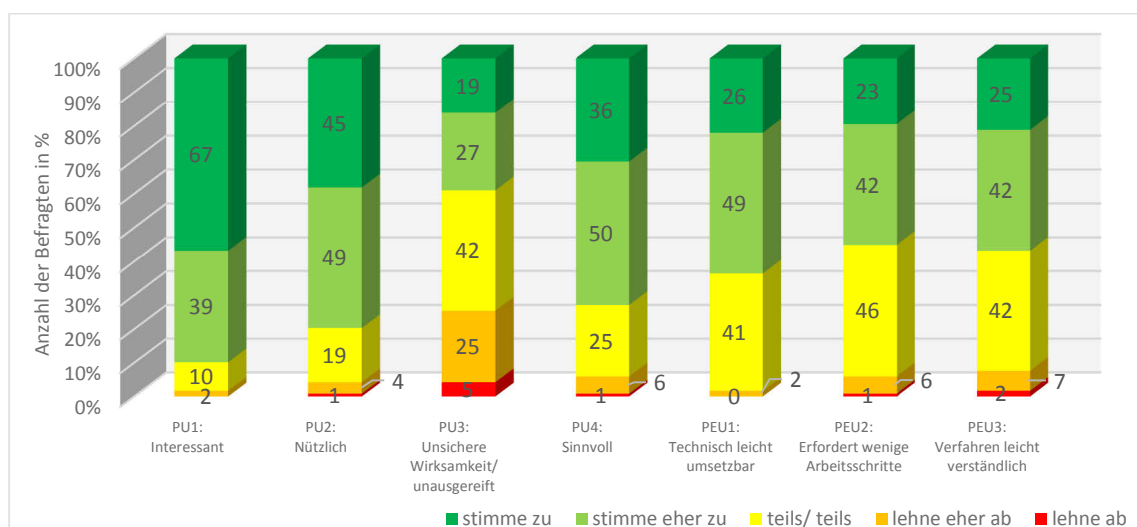
**Abb. 36:** Bewertung von Aussagen zur Beobachtbarkeit und Testbarkeit des MO-Einsatzes

Auch den Aussagen der drei Messindikatoren, die für eine Kompatibilität des Einsatzes von Mikroorganismen in Bezug auf die natürlichen Bedingungen, die betrieblichen Verfahrensabläufe sowie die eigene Vorstellung von guter fachlicher Praxis stehen, wird überwiegend positiv begegnet (siehe Abb. 37). Doch verzeichnen die beiden erstgenannten Statements einen größeren Anteil an Neutralität bzw. Unsicherheit hinsichtlich der Bewertung. Ähnlich verhält es sich auch mit den Aussagen, bezogen auf die Komplexität der Maßnahme, wie der leichten Verständlichkeit der Arbeitsschritte sowie der Einfachheit des Einsatzes in den Plantagen. Das Erlernen des Umgangs mit Mikroorganismen sehen sie dagegen eher als geringe Hürde.



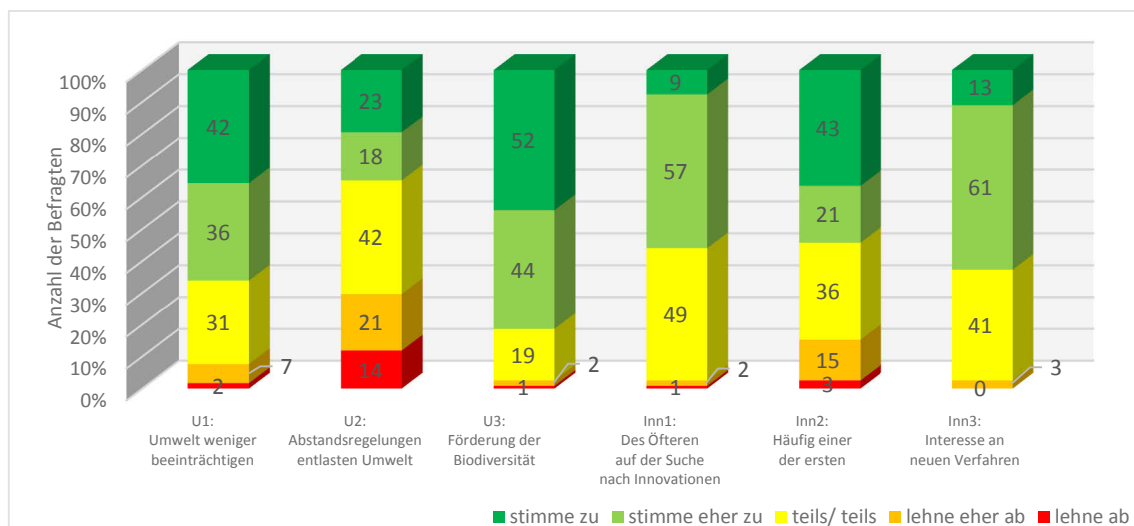
**Abb. 37:** Bewertung von Aussagen zur Kompatibilität und Komplexität des MO-Einsatzes

In der nächsten Abbildung werden die Ausprägungen der Antworten zu den Messindikatoren für die Konstrukte “wahrgenommene Nützlichkeit (PU)” und “wahrgenommene Einfachheit der Nutzung (PEOU)” dargestellt. Ein sehr hoher Anteil der Bekundungen „stimme zu“ und „stimme eher zu“ bezogen auf die Nützlichkeit und des Interesses für den Einsatz von Mikroorganismen zeigt, wie positiv dieses Verfahrens in der Stichprobe gewertet wird (siehe Abb. 38). Auf der anderen Seite scheinen die Befragten in Bezug auf die Wirkung und des Entwicklungsfortschritts dieses Verfahrens etwas unentschlossen. Der Einfachheit der Nutzung wie der technischen Umsetzbarkeit oder des Erfordernisses nur weniger Arbeitsschritte stehen sie insgesamt positiv gegenüber. Doch besteht hier aufgrund der Neuartigkeit des Verfahrens vermutlich eine hohe Unsicherheit bei den Befragten.



**Abb. 38:** Bewertung von Aussagen zur PU und PEOU des MO-Einsatzes

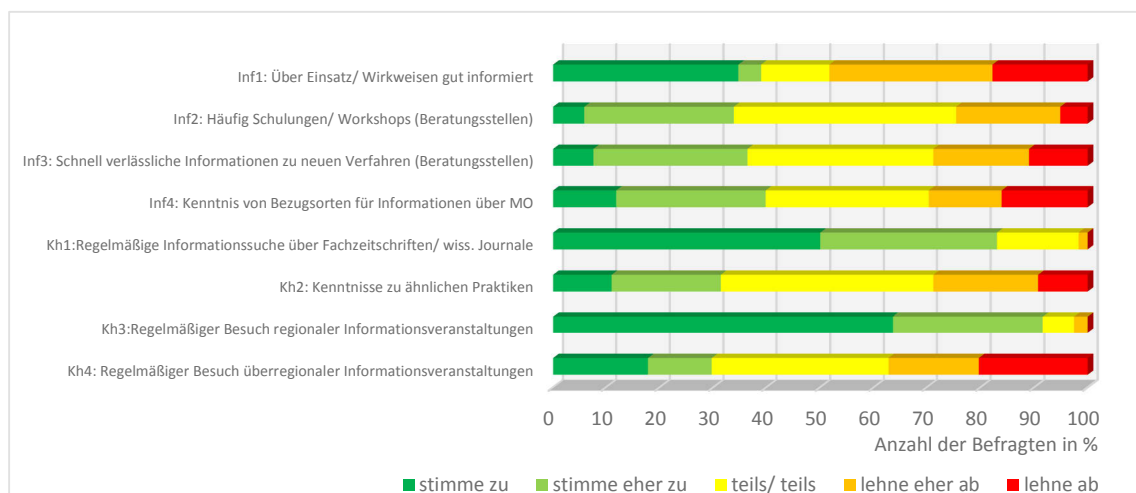
Abbildung 39 veranschaulicht die Ergebnisse zur Messung der adopterspezifischen, latenten Variablen Umwelteinstellung und Innovationsneigung mit ihren jeweils drei Messindikatoren. Deutlich wird, dass ein großer Anteil der Stichprobe die Umweltverträglichkeit des Einsatzes von Mikroorganismen im Vergleich zu anderen Verfahren höher einschätzt. Zudem bekundet der Großteil der Befragungsteilnehmer, sich stets zu bemühen, Verfahren zur Förderung der Biodiversität im eigenen Betrieb einzusetzen. Bezogen auf die neuen Abstandsregelungen im Pflanzenschutz, als wichtigen Schritt zur Entlastung der Umwelt, besteht jedoch kein klares Bild. Ein Großteil der Befragten kann für diese Aussage keine Zustimmung erteilen. Die Neigung der Befragten zu innovativem Verhalten scheint tendenziell hoch zu sein. Mehr als die Hälfte der Umfrageteilnehmer bekundet, häufig auf der Suche nach Innovationen im Apfelanbau zu sein und sich sehr für neue Technologien und Verfahren zu interessieren. Ein weiterer großer Anteil kann dies nur zum Teil bestätigen. Nur drei Befragte lehnen diese Aussagen ab. Prägnant ist, dass 43 Umfrageteilnehmer bestätigen, dass sie im Vergleich zu Berufskollegen häufig die Ersten sind, die neue Verfahren oder Sorten ausprobieren. Ebenso scheint eine hohe Risikobereitschaft unter den Befragten vorzuliegen. Dies bestätigt sich in der Aussage, dass 72 der Befragten (eher) zustimmen ein Verfahren, von dem sie überzeugt sind, auch ohne jegliche Vorkenntnisse oder Erfahrungen durch Berufskollegen zu verwenden.



**Abb. 39:** Bewertung von Aussagen zur Umwelteinstellung und Innovationsneigung des Befragten

Die Ergebnisse der Messindikatoren eines weiteren adopterspezifischen sowie eines umfeldbezogenen Konstrukts Know-How und Informationsangebot zeigen, dass noch ein großes Wissensdefizit über die Einsatzmöglichkeiten von Mikroorganismen und dessen

Wirkweisen wie auch zu ähnlichen Praktiken besteht (siehe Abb. 40). Dennoch deuten die Antworten auf ein hohes Informationssuchverhalten hin. Wissen generieren die Befragten vorzugsweise auf regionalen Informationsveranstaltungen und über die Suche in Fachzeitschriften und wissenschaftlichen Journalen. Das Informationsangebot von Seiten der Beratung scheint ihrer Nachfrage nicht ganz zu entsprechen. So konnte nur etwa ein Drittel der Befragten den Aussagen (eher) zustimmen, dass sie zu neuen Verfahren schnell verlässliche Informationen von den lokalen Beratungsstellen erhalten und von diesen häufig Workshops und Schulungen angeboten bekommen.



**Abb. 40:** Bewertung von Aussagen zum Informationsangebot und Know-hows des Befragten

Insgesamt ergab die Single-Item-Messung der Zielvariable "Nutzungsabsicht", dass 63 Befragungsteilnehmer dem Einsatz von Mikroorganismen gegenüber im eigenen Betrieb positiv gestimmt sind. Nur insgesamt 18 der Umfrageteilnehmer lehnten die Aussage (eher) ab, Mikroorganismen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu nutzen, wenn diese für den eigenen Standort verfügbar sind. Ein Blick auf die Altersgruppen zeigt, dass anders als erwartet, bei den älteren Befragungsteilnehmern (ab 56 Jahren) die Zustimmung zum Mikroorganismeneinsatz mit 75 % höher ausfällt als bei den jüngeren Befragungsteilnehmern (unter 35 Jahren) mit einer Zustimmung von 52 %. Grund hierfür ist vermutlich der höhere Anteil an jüngeren Befragungsteilnehmern, die in ihrer Meinung vermutlich aufgrund eines geringen Erfahrungsschatzes noch unentschieden sind. In Bezug auf die Ausbildung der Befragten kann den vorangegangenen Ergebnissen anderer Studien zugestimmt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Umfrage zeigen, dass ca. 60 % der Befragungsteilnehmer mit höherem Bildungsabschluss (Hochschulabschluss, Meisterabschluss) der Übernahme von Mikroorganismen positiv gegenüberstehen. Bei

den Befragten mit niedrigerem Bildungsabschluss (Lehre oder in Ausbildung) sind es nur 42 %.

### 4.3 Analyse des Strukturgleichungsmodells mittels SmartPLS

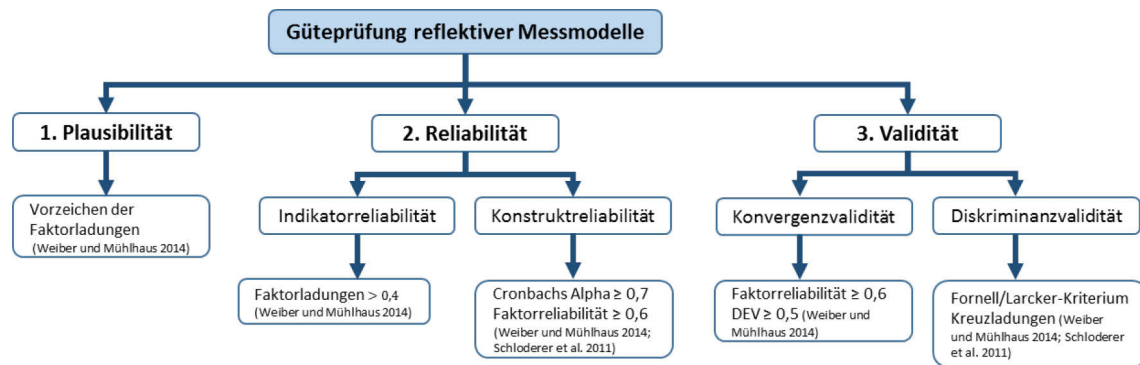
Für die Auswertung des vorliegenden Strukturgleichungsmodells auf Grundlage des varianzanalytischen Verfahrens und der partiellen Kleinst-Quadrate-Schätzung wurde das Statistiksoftwareprogramm SmartPLS herangezogen. Der Prozess läuft hierbei in zwei Stufen ab. Zuerst werden auf Basis der empirischen Daten der Befragung Schätzwerte bzw. Konstruktwerte für die latenten Variablen der Messmodelle erhoben (Betzin und Henseler 2005, S.50; Weiber und Mühlhaus 2014, S.67). In Abhängigkeit zur Art der Modellierung der vorliegenden Messmodelle (formativ oder reflektiv) werden hierbei zunächst die Reliabilität und/oder Validität dieser Konstrukte bewertet (Hair et al. 2014, S.111). In der zweiten Phase werden diese Konstruktwerte herangezogen, um die Parameter des Strukturmodells im Rahmen der Regressionsanalyse zu schätzen (Betzin und Henseler 2005, S.50; Weiber und Mühlhaus 2014, S.67).

#### 4.3.1 Güteprüfung der reflektiven Messmodelle

An dieser Stelle soll zuerst die Güte der reflektiven Messmodelle (Komplexität, Innovationsneigung, Informationsangebot, Umwelteinstellung) geschätzt werden. In einem ersten Schritt wird die Plausibilität der Schätzergebnisse geprüft (Weiber und Mühlhaus 2014, S. 327) (siehe Abb. 41). Hierzu wurden die Vorzeichen der Faktorladungen auf die Richtigkeit ihres sachlogischen Gehaltes hin untersucht. In allen Fällen konnte hierbei die Plausibilität der Wirkrichtung zwischen den Messindikatoren und den zugehörigen Konstrukten bestätigt werden.

Im zweiten Schritt erfolgte eine Überprüfung der Reliabilitätsmerkmale. Die *Indikatorreliabilität* beschreibt, wie groß der Anteil, der durch das Konstrukt erklärten Varianz des Indikators ist (ebd., S.150). Anders ausgedrückt, wie gut die einzelnen Indikatorvariablen als Messinstrumente für das jeweilige Konstrukt geeignet sind. Ladungen von einem Wert größer als 0,4 weisen nach Weiber und Mühlhaus (2014) darauf hin, dass der Indikator ein akzeptables Messinstrument für das betreffende latente





**Abb. 41:** Kriterien der Güteprüfung reflektiver Messmodelle<sup>30</sup>

Konstrukt darstellt. Diese Bedingung konnte von einem Indikator (Inf2) des Konstruktes Informationsangebot nicht erfüllt werden und wurde somit aus dem Indikatorenset entfernt. Da bei allen anderen Indikatoren die kleinste Ladung einen Wert von 0,75 aufwies, lässt dies auf eine sehr gute Eignung dieser Indikatoren für ihr jeweiliges reflektives Messmodell schließen (siehe Anhang Tabelle B.1).

Die *Konstruktreliabilität* wird über die Werte von Cronbachs Alpha und der Faktorreliabilität bestimmt. Sie beschreibt die Güte der Messung des Konstrukts durch das gegebene Indikatorenset. Cronbachs Alpha bildet die interne Konsistent der Messmodelle ab und sollte einen Wert von mindestens 0,7 annehmen (ebd., S.137; Götz und Liehr-Gobbers 2004, S.728). Dieses Kriterium wird in allen Fällen bis auf das Konstrukt Umweltbewusstsein, welches ein Cronbach Alpha von 0,3 aufweist, erfüllt. Auf die Empfehlung von Nunnally (1994, S.252) wird dieses Indikatorenset und damit das Konstrukt selbst aus dem Modell ausgeschlossen.

Die *Faktorreliabilität* (Composite Reliability) beschreibt eine Ebene höher wie die Indikatorreliabilität (Konstrukt-Ebene) die Summe der Varianz aller Indikatoren eines latenten Konstruktes (Weiber und Mülhhaus 2014). Das heißt, sie stellt dar, wie gut das gesamte Indikatorenset den jeweiligen Faktor messbar macht. Der in der Literatur empfohlene Schwellenwert von 0,6 wurde für alle latenten Konstrukte erfüllt (ebd., Schloderer et al. 2011, S.590f). Die Auswertung zeigt, dass alle Faktorreliabilitäten einen Wert von 0,85 übersteigen, womit auch dieses Kriterium sehr gut erfüllt wurde (siehe Anhang Tabelle B.2).

Ergänzend hierzu wurde die *durchschnittlich erfasste Varianz* (DEV) gemessen. Nach Fornell und Cha (1994) beschreibt sie das Verhältnis zwischen erklärtem Varianzanteil

<sup>30</sup> Eigene Darstellung

und nicht erklärtem Varianzanteil messbarer Variablen eines Faktors und gilt somit als ein Maß der Streuung (Huber et al. 2007, S.35f). Ein Wert ab 0,5 spricht für eine gute Reliabilität (Weiber und Mühlhaus 2014, S.151). Auch dieser Schwellenwert wurde von allen drei Konstrukten übertroffen (siehe Anhang Tabelle B.2).

Im dritten Schritt erfolgt eine Prüfung der konvergenten und diskriminanten Validität. Da die Konvergenzvalidität des Konstruktes im vorliegenden Fall nicht nach Definition mittels zweier unterschiedlicher Messverfahren (z.B. Befragung und Beobachtung) bestätigt werden konnte, wird in Anlehnung nach Weiber und Mühlhaus (2014, S.164) aus messtheoretischer Sicht die "Konvergenz des Messverfahrens" und die "Differenziertheit der Konstrukte" geprüft. An die Stelle unterschiedlicher Erhebungsmethoden tritt somit die multiple Item-Messung der Konstrukte, dessen Indikatoren in einem einzigen Verfahren - der Befragung - gemessen werden und im Ergebnis miteinander hoch korreliert sein sollen (ebd.). Nach Weiber und Mühlhaus (2014) gilt ein  $DEV > 0,5$  als Zeichen der Konvergenzvalidität. Auch werden in der Forschungspraxis die Konstrukt- und Indikatorreliabilität als Kennzeichen konvergenter Validität angesehen. Aufgrund der erfolgreichen Prüfung dieser drei Gütekriterien kann somit auf *Konvergenzvalidität* der Konstrukte im angepassten Modell geschlossen werden.

Daraufhin erfolgt eine Überprüfung der Diskriminanzvalidität mit Hilfe des Fornell/Larcker-Kriteriums unter Zugrundelegung der durchschnittlich erfassten Varianz. Erfüllt ist dieses Kriterium, wenn der Wert der durchschnittlich erfassten Varianz eines latenten Konstruktes die quadrierten Korrelationen mit den anderen reflektiv gemessenen latenten Variablen überschreitet (ebd.; Fornell und Larcker 1981, S. 46). Es zeigt somit, dass die Ladungen der Indikatoren auf das im Voraus zugewiesene Konstrukt höher sind als zu anderen Konstrukten im Modell und somit eine maximal schwache Korrelation zwischen Indikatoren verschiedener Konstrukte vorliegt. Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Kriterium für alle Konstrukte erfüllt ist (siehe Anhang Tabelle B.4). Ein weiterer Ansatz zur Kontrolle der Diskriminanzvalidität ist eine Untersuchung der Kreuzladungen. Geprüft wird hierbei, ob die Ladung einer jeden Messvariable auf sein zugewiesenes latentes Konstrukt höher ist, als die Ladungen zu allen anderen Konstrukten im Modell (Schloderer et al. 2011, S. 590–591). Auch mit diesem Kriterium konnte die Diskriminanzvalidität bestätigt werden (siehe Anhang Tabelle B.3).

### 4.3.2 Güteprüfung der formativen Messmodelle

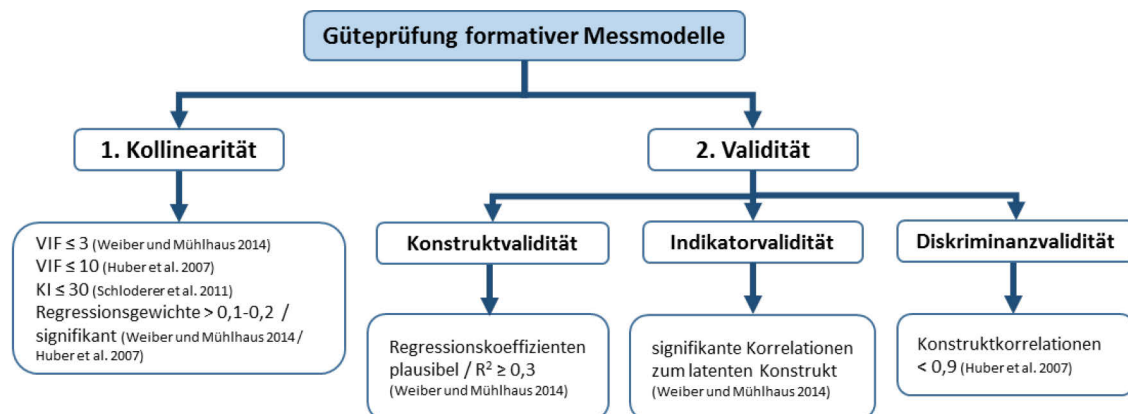
Die Güteprüfung formativ operationalisierter Messmodelle setzt den Fokus auf eine Untersuchung von Multikollinearität sowie Validität (siehe Abb. 42). Anders als bei reflektiven Messmodellen ist eine Prüfung der Reliabilität formativer Indikatoren nur begrenzt möglich, da diese auf eine Korrelation zwischen den Indikatoren abzielt und dies im formativen Fall möglichst geringgehalten werden soll (Weiber und Mühlhaus, S.256ff). Das bedeutet, dass eine Multikollinearität möglichst ausgeschlossen werden soll. Je niedriger diese ist, desto höher ist auch die Genauigkeit der Schätzparameter (ebd.). Überprüfen lässt sich dies mit dem *Varianzinflationsfaktor* (VIF), der mit zunehmender Multikollinearität proportional ansteigt und einen Wert von fünf nicht überschreiten sollte (ebd.). Ab einem Wert von drei sollte eine Überprüfung der sachlogischen Richtigkeit und Relevanz vorgenommen werden (ebd.). Aus den Ergebnissen der Umfrage konnte bis auf zwei Fälle ein VIF von unter drei festgestellt werden, was für einen sehr guten Wert spricht. Nur für zwei Indikatoren des Konstruktes Testbarkeit lag der Wert etwas höher, aber noch unterhalb von fünf, was immer noch als gutes Ergebnis angesehen wird (siehe Anhang Tabelle B.5). Nach inhaltlicher Prüfung wurden beide Indikatoren im Modell belassen.

Im weiteren Verlauf wurde mit der Indikatorvalidität untersucht, ob die Indikatoren einen nennenswerten Einfluss auf das jeweilige Konstrukt besitzen. Prinzipiell sollten die *Regressionsgewichte* der Indikatoren mindestens einen Wert von 0,1 übersteigen (Schloderer et al. 2011, S.592f). Nach einem Bootstrapping-Verfahren wird die Signifikanz dieses Effektes überprüft (ebd.). Hierfür werden zuerst die t-Werte der Gewichte betrachtet. Bei einem Signifikanzwert (p-Wert) von 5 % sollten diese größer als 1,96 sein. Ist dies der Fall, wird nach Schloderer et al. (2011) empfohlen die Nullhypothese abzulehnen, was bedeutet, dass das Gewicht des Indikators signifikant verschieden von Null ist (ebd.). Ist der t-Wert kleiner als 1,96 und damit das Indikatorgewicht nicht signifikant, sind nach Hair et al. (2017) die Höhe und Signifikanz der Indikatorladungen zu prüfen. Ist die Höhe der Ladung größer als 0,5, sollte der Indikator im Messmodell verbleiben. Ist die Ladung kleiner als 0,5 und ebenfalls nicht signifikant, wird eine Elimination des Indikators empfohlen (ebd.).<sup>31</sup> Insgesamt sollte

---

<sup>31</sup> Seit den letzten Jahren steht die statistische Signifikanz unter Verwendung des p-Wertes zunehmend in der Kritik von Statistikern, da sie von Forschern häufig fehlinterpretiert wird. Es wird empfohlen, das Wort "signifikant" nicht mehr zu verwenden (Häring 2019). Kritik wird hierbei insbesondere an der Wertung nicht signifikanter Ergebnisse als einen Beweis einer "Nichtwirkung" geübt (ebd.). Der p-Wert

eine Eliminierung eines formativen Indikators aber allein auf Basis statistischer Prüfkriterien jedoch ausgeschlossen werden (ebd.; Huber et al. 2007; Schloderer et al. 2011; Weiber und Mühlhaus 2014). Sachlogische Überlegungen müssen zuvor angestellt werden, da zu verhindern ist, dass bei etwaigem Ausschluss ein kleiner aber valider Teil des Inhalts des Konstrukts verloren geht und somit der Erklärungsgehalt abnimmt. Im vorliegenden Modell fanden sich insgesamt fünf Indikatoren Gewichte, die nach Schloderer et al. (2011) als nicht signifikant einzustufen wären und deren Ladungen einen Wert unter 0,5 aufwiesen (siehe Anhang Tabelle B.6/7). Auf Basis dieser Prüfkriterien wären die Indikatoren Kh3, Kh4 und PU3 aus dem Modell auszuschließen. Nach Hair et al. (2017) ist dies nicht automatisch ein Zeichen für eine geringe Qualität des Messmodells. Eine Prüfung nach Plausibilität bezogen auf den Inhalt und das Vorzeichen



**Abb. 42:** Kriterien der Güteprüfung formativer Messmodelle<sup>32</sup>

bestätigte die Streichung dieser Indikatoren. Nach Entfernen der drei Indikatoren konnte festgestellt werden, dass sich die erklärte Varianz ( $R^2$ ) der Konstrukte auch nur marginal verändert hat und somit der Ausschluss auch nach Weiber und Mühlhaus (2014, S.261) legitim ist.

Im Weiteren sollte die Konstruktvalidität geprüft werden. Bezogen auf die Höhe der erklärten Varianz gilt nach Weiber und Mühlhaus (2014) bereits ein  $R^2$  ab 0,3 als hinreichend valide. Die formativen Konstrukte im vorliegenden Modell weisen Werte von über 0,6 auf, was somit als sehr gutes Ergebnis interpretiert werden kann. Als weiteres Gütekriterium empfiehlt Huber et al. (2007, S.101f), die formativen

beschreibt demnach die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um einen rein zufälligen Effekt handelt (ebd.). Da die Arbeit einen eher explorativen Ansatz verfolgt, sollen die Ergebnisse im weiteren Verlauf nicht als signifikant interpretiert werden. Dennoch zeigen im Folgenden die Unterschiede in den Ergebnissen einen gewissen heuristischen Charakter.

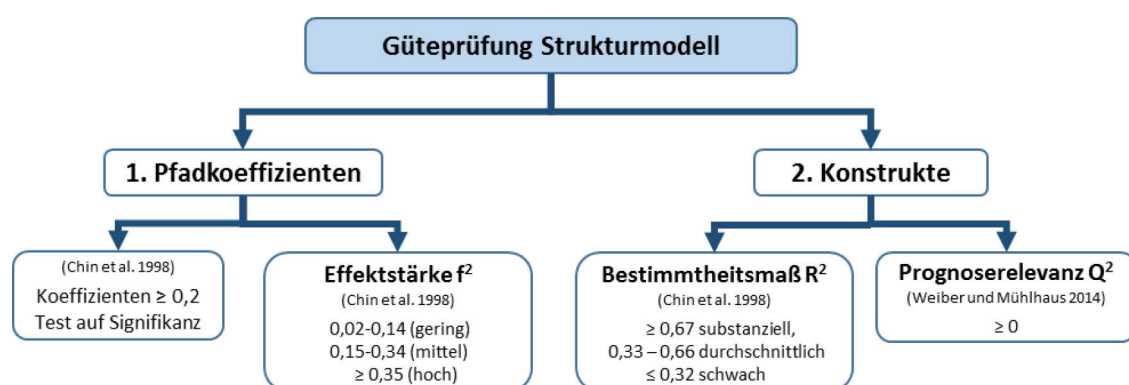
<sup>32</sup> Eigene Darstellung

Messmodelle auf Diskriminanzvalidität hin zu überprüfen. Das Kriterium gilt als erfüllt, wenn die Korrelationen zwischen den latenten Variablen einen Wert unter 0,9 annehmen (ebd.). Aus der Korrelationsmatrix des betrachteten Modells halten alle Werte diese Richtgröße ein (siehe Anhang Tabelle B.8).

Insgesamt kann somit geschlussfolgert werden, dass der in dieser Studie vorgenommenen Operationalisierung der formativen Messmodelle, eine gute Validität zugesprochen werden kann. Auch konnte eine größere Multikollinearität zwischen den Indikatoren eines Konstruktes ausgeschlossen werden.

### 4.3.3 Güteprüfung des Strukturmodells

Zur Beurteilung der Qualität des inneren Modells (Strukturmodell) kann anders als bei kovarianzbasierten Ansätzen kein globales Gütekriterium herangezogen werden. Vielmehr wird sich erneut auf die Güte verschiedener Maßzahlen gestützt, die in Kombination eine Beurteilung des Gesamtmodells zulassen (siehe Abb. 43) (Fuchs 2011, S.34). Ebenso sind wieder Unterschiede zwischen formativ und reflektiv gemessenen Variablen zu beachten. So bezieht sich die Prognoserelevanz nur auf reflektive operationalisierte endogene latente Konstrukte. Da in dem vorliegenden inneren Modell die Konstrukte überwiegend formativ operationalisiert sind, ist dieses Kriterium nicht weiter zu betrachten.



**Abb. 43:** Kriterien der Güteprüfung des Strukturmodells<sup>33</sup>

Somit wird in einem ersten Schritt die Beziehungsstärke zwischen den latenten Variablen ermittelt. Darauffolgend werden die im Vorfeld aufgestellten Hypothesen überprüft. Die Pfadkoeffizienten sollten nach Chin et al. (1998) einen Wert von mindestens 0,2

<sup>33</sup> Eigene Darstellung

aufweisen, um einen bedeutsamen Wirkzusammenhang anzuzeigen. Indirekte Effekte lassen sich über die Multiplikation der Pfadkoeffizienten berechnen. Auf den ersten Blick wird ersichtlich, dass neun Pfade einen Wert unter 0,2 aufweisen. Ein erneutes Bootstrapping-Verfahren soll nach Hair et al. (2017) sowie Weiber und Mühlhaus (2014) prüfen, ob sich die Pfadkoeffizienten signifikant von Null unterscheiden. Die Schwellenwerte der t-Werte liegen hier bei 1,65 (10 %), 1,96 (5%) und 2,57 (1 %), die zur Ablehnung der Nullhypothese nicht unterschritten werden sollten (Hair et al. 2017). Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der drei Bootstrapping-Verfahren unter den beschriebenen Signifikanzniveaus.<sup>331</sup> Mit der Effektstärke  $f^2$  wird weiterhin betrachtet, ob der nach dem Bootstrapping-Verfahren als signifikant eingestufte Effekt, ebenso ein bedeutungsvoller Effekt ist. Hierzu muss  $f^2$  mindestens einen Wert von 0,15 betragen, damit der Effekt als moderat gewertet werden kann (Chin 1998, S.317). Liegt er darunter, gilt er als schwacher Effekt. Ab einem Wert von 0,35 spricht man von einem starken Effekt (ebd.).

**Tab. 10:** Ergebnisse der Bootstrapping-Verfahren

Hypothese	Pfad	Koeffizient	t-Wert	Signifikanzlevel [%]	$f^2$
H1.1	RV -> PU	0.283	3.686	1%	0,154
H1.2	RV -> IU	0.005	0.068	10%	0,000
H2.1	Ko -> PU	0.445	5.271	1%	0,252
H2.3	Ko -> IU	0.137	1.370	10%	0,015
H2.2	Ko -> PEOU	0.202	2.053	5%	0,062
H3.1	Kom -> PU	0.332	3.230	1%	0,100
H3.3	Kom -> IU	(-)0.026	0.314	10%	0,001
H3.2	Kom -> PEOU	0.645	7.522	1%	0,629
H4	Te -> IU	0.223	2.028	5%	0,054
H5	Beo -> IU	0.056	0.865	10%	0,006
H6	KH -> IU	0.124	1.771	10%	0,026
H7	Inn -> IU	0.002	0.031	10%	0,000
H8	Um -> IU	- Entfällt -			
H9	Inf -> IU	(-)0.017	0.263	10%	0,001
H10	PU -> IU	0.443	4.548	1%	0,214
H11	PEOU -> PU	(-)0.141	1.464	10%	0,019
H12	PEOU -> IU	0.073	0.905	10%	0,006

Die Größe der Pfadkoeffizienten und die Ergebnisse des Bootstrapping-Verfahrens lassen zusammen bei acht der siebzehn zuvor aufgestellten Hypothesen einen bedeutsamen Wirkzusammenhang erwarten. Weitere acht Hypothesen zeigten in dieser Auswertung einen nur schwachen Zusammenhang und konnten somit nicht bestätigt werden. Dies

betrifft zum einen Hypothese 5, in der angenommen wurde, dass die Beobachtbarkeit des Einsatzes von Mikroorganismen Einfluss auf die Übernahmeabsicht des Verfahrens ausübt. Des Weiteren ließ sich auch der Einfluss für die dem erweiterten TAM-Modell eigens zugefügten Konstrukte Innovationsneigung und Informationsangebot nicht weiter bekräftigen (Hypothese 7 und 9). Auch die von Davis (1985) erklärte Einflussnahme der wahrgenommenen Nutzerfreundlichkeit auf den empfundenen Nutzen (H11) konnte in dieser Studie nicht bestätigt werden. Aubert et al. (2012) kommen zum selben Ergebnis und vermuten, dass der hohe Einfluss der Kompatibilität auf die wahrgenommene Nützlichkeit eines Verfahrens, wie er auch im vorliegenden Modell gegeben ist, den womöglich geringen Zusammenhang zur empfundenen Nutzerfreundlichkeit überschattet. Sie begründen dies in ihrer Studie beispielsweise mit der häufig fehlenden Kompatibilität der Geräte verschiedener Hersteller (Aubert et al. 2012, S.518). Die wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit scheint auch in diesem Strukturmodell einen nur schwachen Einfluss auf die Nutzungsabsicht (H12) auszuüben. Dieses Ergebnis zeigen auch andere Studien (Venkatesh und Davis 2000; Flett et al. 2004; Schlohmann 2012; Monfared 2015; Silva et al. 2017). Da das Konstrukt Komplexität des Verfahrens einen starken Einfluss auf die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung (H3.3) erkennen lässt, diese aber einen nur schwachen Einfluss auf die empfundene Nützlichkeit und auf die Nutzungsabsicht zeigt, scheint die Komplexität mit einem Wert von 0,15 insbesondere über die wahrgenommene Nützlichkeit indirekt Einfluss auf die Übernahmeabsicht zu nehmen. An dieser Stelle bestätigt sich Rogers (1962) Erkenntnis, dass sich das Konstrukt der wahrgenommenen Komplexität aus mindestens zwei Parametern zusammensetzt, dem wahrgenommenen Schwierigkeitsgrad der Nutzung und dem Verstehen einer Innovation. Im vorliegenden Fallbeispiel ist nicht die Komplexität bezogen auf die technische Umsetzung (PEOU) maßgeblich, sondern die Komplexität in Hinblick auf das Verstehen und Wissen, wie und warum man die Maßnahme anwendet (PU). Doch der auf Grundlage des t-Tests als signifikant ausgewiesene Effekt auf die wahrgenommene Nützlichkeit (PU) ist mit einem  $f^2$  von 0,1, eher als schwach zu bewerten.<sup>331</sup>

Die wahrgenommene Nützlichkeit selbst zeigt mit einem t-Wert von 4,55 bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von einem Prozent einen starken Einfluss auf die Zielvariable „Nutzungsabsicht“ (IU), womit Hypothese 10 vorläufig bestätigt werden kann. Mit einer Effektstärke von 0,21 hat der empfundene Nutzen darüber hinaus den stärksten Effekt auf die Nutzungsabsicht. Auch Sharifzadeha et al. (2017) empfehlen ebenfalls, den Fokus mehr auf die Nützlichkeit und hierbei insbesondere auf die Kompatibilität der Maßnahme,

als auf ihre Anwenderfreundlichkeit zu richten. In der vorliegenden Untersuchung hat die Kompatibilität mit einer Effektstärke von 0,25 den stärksten Einfluss auf die wahrgenommene Nützlichkeit des Einsatzes von Mikroorganismen und mit einem Wert von 0,2 den stärksten indirekten Effekt auf die Nutzungsabsicht. Ebenso zeigt sich ein Wirkzusammenhang auf die wahrgenommene Nützlichkeit bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 1 %, womit die Hypothese 2.1 mit hoher Wahrscheinlichkeit bestätigt werden kann. Zu diesem Ergebnis gelangten auch Aubert et al. (2012) sowie Lee et al. (2011). Einen ebenfalls moderaten Effekt auf die empfundene Nützlichkeit der Maßnahme ( $f^2=0,15$ ) zeigt die Variable relativer Vorteil. So auch Lee et al. (2011). Hypothese 1.1 konnte somit ebenfalls bekräftigt werden. Des Weiteren zeigt das Konstrukt Testbarkeit der Maßnahme einen direkten sowie einen bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5 % ausgewiesenen signifikanten Einfluss auf die Zielvariable Nutzungsabsicht. Aber auch hier deutet die Effektstärke ( $f^2=0,05$ ) jedoch auf einen nur schwachen Effekt hin. Dies gilt auch für das Konstrukt Know-How ( $f^2=0,03$ ).

Abbildung 44 veranschaulicht die Beziehungen und deren geschätzte Stärke im Strukturmodell. Die Pfeile geben im äußeren Modell die Gewichte/ Ladungen und im inneren Modell die totalen Effekte an. Die Werte in den Kreisen stehen

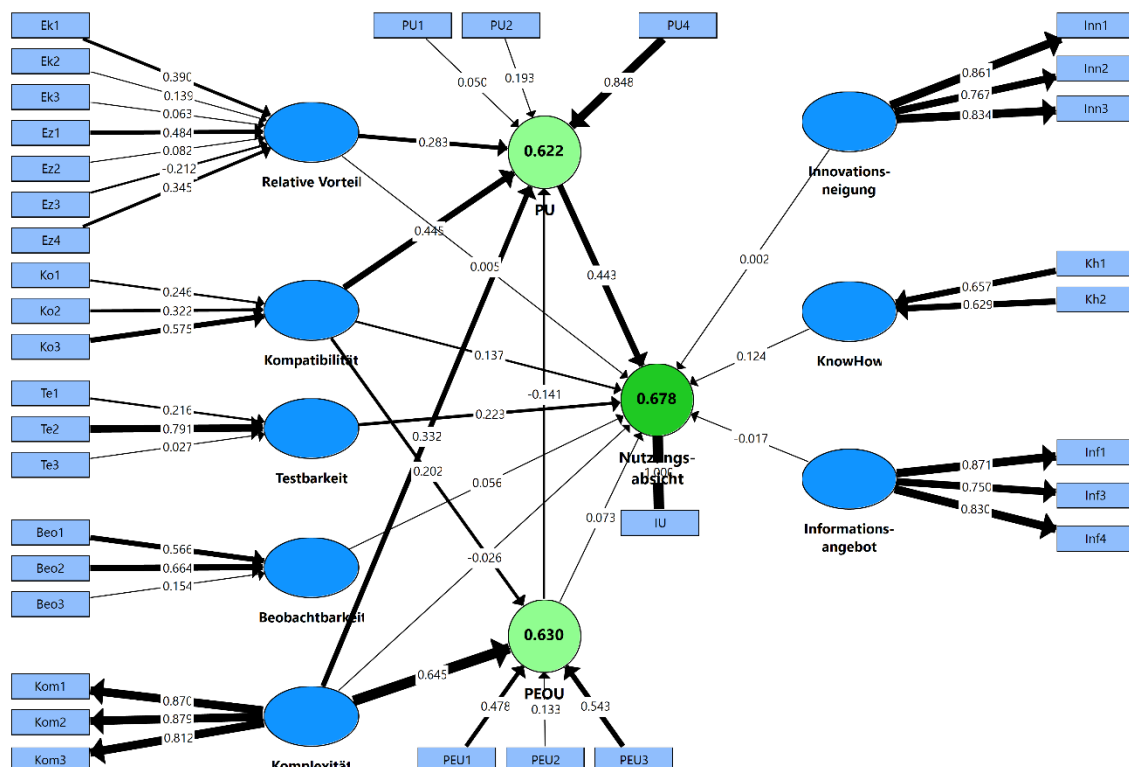


Abb. 44: Darstellung des finalen Strukturmodells



für die Bestimmtheitsmaße ( $R^2$ ) der drei endogenen latenten Variablen wahrgenommene Nützlichkeit (PU), wahrgenommene Einfachheit der Nutzung (PEOU) und Nutzungsabsicht (IU). Es wird somit noch einmal deutlich, von welchen latenten Konstrukten (Kompatibilität, Komplexität, Relativer Vorteil) die wahrgenommene Nützlichkeit am stärksten beeinflusst zu sein scheint. Insgesamt wird die Varianz des Konstrukts zu 62 % von den Variablen erklärt. Die Zielvariable "Nutzungsabsicht" wird ebenfalls überwiegend von drei Variablen (PU, Testbarkeit, Know-How) direkt beschrieben. Somit erklärt das vorliegende Strukturmodell insgesamt 68 % der Absicht der befragten Obstbauern, Mikroorganismen zur Überwindung der Folgen von Bodenmüdigkeit einzusetzen.

Die Güte des Bestimmtheitsmaßes bzw. die Höhe der Schwellenwerte ist dabei abhängig von der wissenschaftlichen Disziplin (Hair et al. 2011, S.147; Weiber und Mühlhaus 2014, S.328). So wird bereits ein  $R^2$  von 0,2 in Anwendungsfällen der Konsumentenverhaltensforschung als hoch gewertet (Hair et al. 2011, S.147). Für die Bewertung im Bereich Marketing schlagen Hair et al. (2011) Werte von 0,75/ 0,50 und 0,25 (substanziell/ moderat und schwach) vor (ebd.). Unabhängig davon beschreibt Chin (1998, S.323) für die erklärte Varianz endogener Konstrukte ( $R^2$ ) drei ähnliche Wertebereiche. Ab dem kleinsten Schwellenwert von 0,19 bis 0,32 gilt der Erklärungsgehalt der Summe der Variablen eines endogenen latenten Konstrukts als schwach. Bis zu einem Wert von 0,66 wird er als durchschnittlich betrachtet. Ab einem Wert von 0,67 ist er als substanziell anzunehmen. Auch Huber et al. (2007, S.114ff) setzen einen Mindestwert von 0,3 für einen nennenswerten Erklärungsbeitrag voraus.

In der nachfolgenden Tabelle 11 sind zum Vergleich die Bestimmtheitsmaße vorausgehender Akzeptanzstudien aus dem Agrarsektor aufgelistet.

**Tab. 11:** Vergleich von Erklärungsgehalten von Strukturmodellen vergleichbarer Studien

<b>Quelle</b>	<b>Zielvariable</b>	<b>R<sup>2</sup>, SMC</b>
Adrian et al. (2005)	Intention to adopt Precision Agriculture	0,38
Aubert et al. (2012)	Adoption Precision Agriculture Technology	0,32
Gebrezgabher et al. (2014)	Adoption of manure separation technology in German SMEs of the horticultural sector	0,44
Rezaei-Moghaddam et al. (2010)	Intention to adoption of precision agriculture technologies	0,69
Jahn, G.; Spiller, A. (2007)	Adoption of quality management system on dairy farms	0,74
Rota et al. (2013)	Intention to Use Information and Communication Technologies (ICTs) at the farm	0,49 - 0,62

Insgesamt kann somit das Strukturmodell der vorliegenden Studie mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,68 bezogen auf seine Güte und seine Erklärungskraft des Konstrukt Nutzungsabsicht im Vergleich zu verwandten Studien sowie entsprechend der Faustregel nach Hair et al. (2011) und Chin et al. (1998) als moderat bis substantiell eingestuft werden.

## 5 Schlussbetrachtung

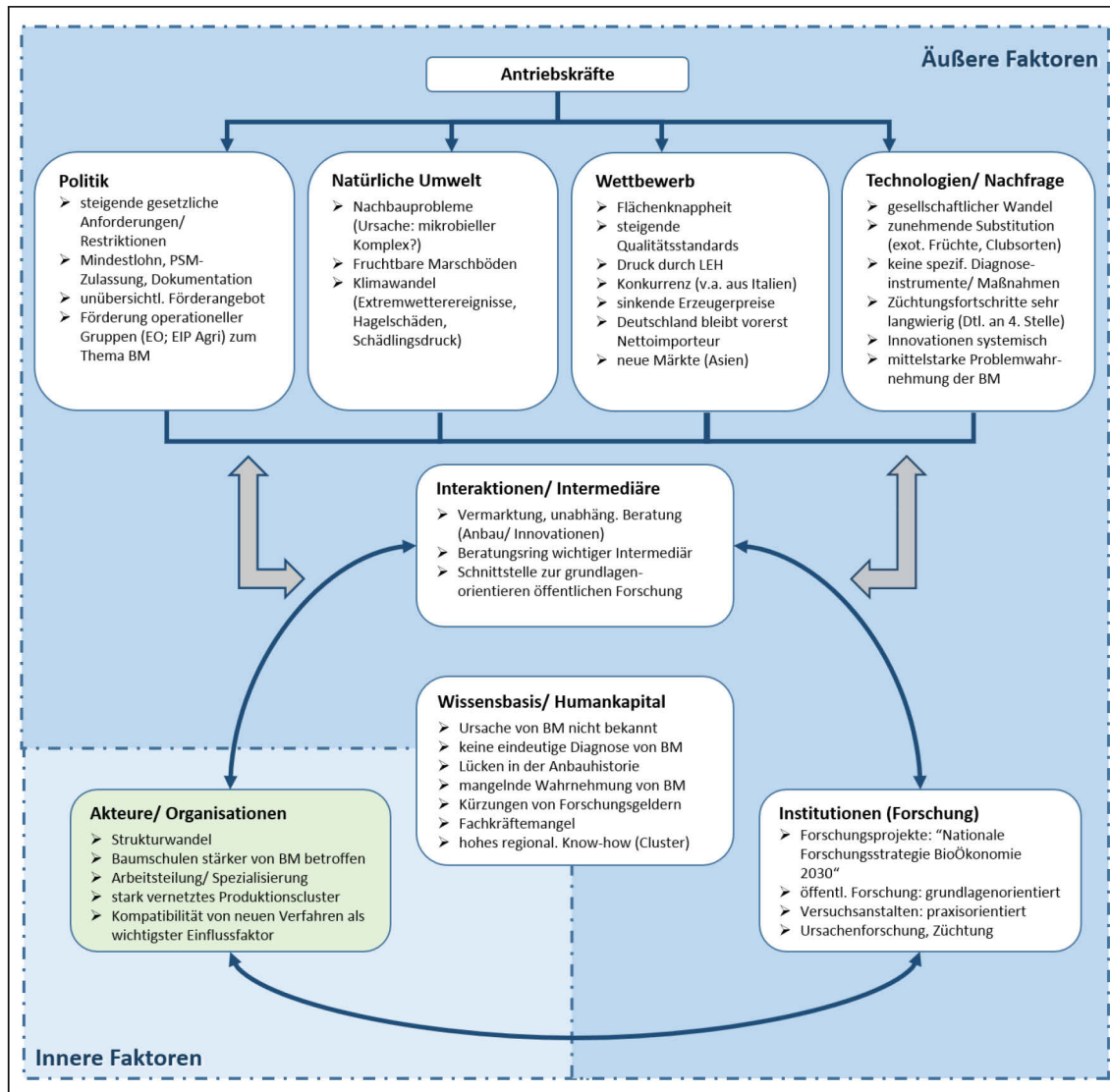
Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Arbeit noch einmal kurz zusammengefasst werden, um darauf Schlussfolgerungen sowie erste Handlungsempfehlungen abzuleiten. Der letzte Abschnitt beinhaltet eine kritische Reflektion der gewonnenen Ergebnisse sowie der angewandten empirischen Methoden und gibt einen Ausblick auf neue Forschungsfelder.

### 5.1 Fazit

Vor dem Hintergrund globaler Veränderungen, gesellschaftlichen Wandels und zunehmender Ressourcenknappheit sind Innovationen ein wichtiger Bestandteil für wirtschaftliches Wachstum und zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Häufig jedoch werden erfolgversprechende Innovationen von der Praxis nur langsam oder gar nicht übernommen. Dies kann in Abhängigkeit der Art der Neuerung, des Einsatzgebiets und der Eigenschaften der potenziellen Adopter unterschiedliche Gründe haben. Kennt man diese, ist es unter Umständen möglich, die Diffusion der Innovation voranzutreiben. Ermöglicht wird dies zum einen durch eine etwaige Anpassung des neuen Produktes oder Verfahrens an die spezifischen Bedürfnisse der Praxis. Zum anderen können durch gezieltere Ansprache und Informationsbereitstellung Unsicherheiten der potenziellen Adopter abgebaut werden. Darüber hinaus lassen sich durch eine Betrachtung der Innovationsumgebung etwaige Barrieren identifizieren, die sich möglicherweise durch regulative Maßnahmen beheben ließen bzw. noch während des Entwicklungsprozesses von Innovationen Berücksichtigung finden sollten.

Es stellten sich somit die Fragen, welche äußeren und inneren Rahmenbedingungen auf ein Innovationssystem wirken und welche spezifischen Einflussfaktoren die Adoptionsabsicht potenzieller Adopter beeinflussen. Als Fallbeispiel im Innovationssystem Obstbau diente eine Untersuchung der Akzeptanz eines neuen Verfahrens zur Bewältigung der Nachbauproblematik beim Apfel. Mit Hilfe einer Analyse der Rahmenbedingungen des untersuchten sektoralen Innovationssystems, angepasst an Malerba (2002), ist es gelungen, in einem ersten Schritt eine Makroperspektive auf den Innovationsprozess zu erhalten, bevor in einem zweiten Schritt

die potenziellen Einflussfaktoren auf die Adoption in einer Mikroperspektive analysiert wurden. Abbildung 45 zeigt eine schematische Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, die im Folgenden kurz erläutert werden.



**Abb. 45:** Schematische Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der empirischen Analysen

## Umwelt

Die natürlichen Umweltbedingungen bieten im Alten Land (bislang) gute Anbaubedingungen für den Obstbau. Die fruchtbaren Marschböden, der Gewässerreichtum und das maritime Klima begünstigen die Apfelproduktion. Doch wird diese im zunehmenden Maße von neuen Faktoren beeinflusst. So lässt der prognostizierte Klimawandel mit Symptomen wie einer Zunahme von Extremwetterereignissen, einem erhöhten Spätfrostisiko und einem steigenden Schädlingsdruck sowie einer zunehmenden Sonneneinstrahlung und höheren Temperaturen zukünftige Anpassungen

des Produktionssystems wie die Investition in Hagelschutzsysteme erwarten. Von Seiten der befragten Obstbauern aus dem Alten Land wird der Klimawandel in Summe aber bisher eher positiv wahrgenommen.

Das natürliche Phänomen der Nachbaukrankheit kann bei der Apfelproduktion Qualitätseinbußen und Mindererträge von 30 bis 50 % bewirken. Auf der Marsch und bei hohen Bodenzahlen fällt die Bodenmüdigkeit in den ersten Nachbauperioden weniger ins Gewicht und wirkt sich für die befragten Betriebe zum Teil aufgrund eines geringeren Pflegeaufwandes (weniger Schnittarbeiten) unter Umständen auch vorteilhaft aus. Dieser Umstand sowie die geringe Differenzierbarkeit zu anderen, das Pflanzenwachstum beeinträchtigenden Umständen sind ursächlich für die relativ schwach ausgeprägte Problemwahrnehmung bei Obstbauern im Alten Land.

### Akteure

Neben dem Klimawandel zeichnet sich auch ein gesellschaftlicher Wandel ab. Die Akteure des Innovationssystems Obstbau stehen somit immer wieder neuen Herausforderungen gegenüber. Dies äußert sich in den steigenden Anforderungen von Seiten der Gesellschaft und des Handels bezüglich qualitativ hochwertiger, unbelasteter und nachhaltig produzierter Lebensmittel. Zudem bewirken der wachsende Preisdruck, die steigenden Produktionskosten, die geringen Mechanisierungsmöglichkeiten und das damit schwache Potenzial der Erreichung von Skaleneffekten einen seit Jahren anhaltenden Strukturwandel. Dieser schlägt sich in einer Abnahme der Betriebszahlen besonders zu Lasten kleinstrukturierter Familienbetriebe (KMU), die häufig über Jahre keine volle Faktorentlohnung erreichen, nieder. Aufgrund ihrer geringen Eigenkapitalquote fällt es ihnen schwer, notwendige Investitionen zu tätigen, worunter auch ihre Innovationskraft leidet. Auf der anderen Seite steigt die durchschnittliche Betriebsgröße. Die wachsenden Betriebe intensivieren und modernisieren ihre Produktion, nutzen die Fortschritte der modernen Pflanzenzucht und können durch die daraus resultierende Zunahme der Flächenproduktivität ihren Betriebsertrag steigern. Zudem erlaubt die Mitgliedschaft in Erzeugerorganisationen, sich auf das Hauptgeschäft – die Produktion – zu konzentrieren. Doch die hohe Anbaukonzentration von Äpfeln mit etwa 90 % der Flächen im Alten Land, in Verbindung mit dem hohen Anteil an Nachbauflächen sowie dem Fehlen betriebsnah gelegener Ausweichflächen werden auf Dauer Anpassungen innerhalb der Produktionsverfahren erfordern. Ein Umstieg auf neue Kulturen ist aber aufgrund des hohen Spezialisierungsgrades des Obstbaus im Alten Land, der starken

Einbindung in der Wertschöpfungskette sowie der Anforderungen des Marktes nicht sinnvoll. Demnach werden von den Betrieben bereits vereinzelt Versuche unternommen, die Folgen von Bodenmüdigkeit so gering wie möglich zu halten. Dabei konzentrieren sich die Maßnahmen auf gängige Verfahren zur besseren Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen und der Verbesserung ihrer Widerstandsfähigkeit.

Auch im Baumschulwesen vollzieht sich ein Strukturwandel. Hier können auch besonders die kleinen Betriebe dem steigenden Preisdruck nicht standhalten. Bezogen auf die Bodenmüdigkeit kommt erschwerend hinzu, dass Baumschulen überwiegend auf Geeststandorten produzieren, wobei häufig eine hohe Spezialisierung auf Arten der Familie der Rosaceae vorliegt. Ein Ausfall, bedingt durch Bodenmüdigkeit, kann zudem besonders in der Baumschulwirtschaft aufgrund des hohen Produktionswertes pro Hektar Fläche, einen hohen wirtschaftlichen Schaden verursachen. Doch aufgrund der Konzentration der Baumschulflächen und des Obstbaus im Norden Deutschlands hat sich über Jahrzehnte ein regional stark vernetztes Cluster gebildet, das den Absatz, den Austausch von Wissen und die Verbreitung von Innovationen, wie im Fall neuer Verfahren zum Umgang mit Bodenmüdigkeit, befördert.

#### Intermediäre/Interaktionen

Die Mitgliedschaft des Großteils der Obstbaubetriebe im Alten Land in den zwei großen Erzeugerorganisationen M.A.L. und Elbe-Obst ermöglicht den Obstbauern aufgrund arbeitsteiliger Prozesse eine Konzentration ihrer Tätigkeiten auf die Produktion. Die Anbauer haben somit mehr Zeit, sich neuen Herausforderungen des Obstbaus zu stellen. Aufgaben im Bereich der Vermarktung von Erzeugnissen werden ihnen größtenteils abgenommen. Zudem bietet die Zugehörigkeit eine gemeinschaftliche Nutzung von Infrastrukturen und Technik, Beratungsleistungen zu Themen des Anbaus sowie einen besseren Erfahrungsaustausch aufgrund eines engeren Kontaktes der jeweiligen Mitglieder zueinander.

Einen besonderen Beitrag hinsichtlich der Beratung zu Themen des Anbaus und der Lagerung leistet der OVR. Seine Finanzierung generiert aus Mitgliedsbeiträgen ermöglicht die Unabhängigkeit und Neutralität der Beratung und reduziert Unsicherheiten. Die enge Zusammenarbeit mit der OVA, die neue Sorten und Verfahren testet sowie auch neu entwickelt, fördert zudem den bidirektionalen Wissenstransfer zwischen der öffentlichen (universitären) Forschung und der Praxis. Beide Institutionen stellen somit wichtige Intermediäre, innerhalb des hier betrachteten Innovationssystems,

dar. So ergab die erste Befragung der Obstbauern aus dem Alten Land, dass der Beratungsring für die Obstbauern nach der Möglichkeit des Besuchs von Obstbautagen die zweitwichtigste Anlaufstelle zur Informationsbeschaffung ist. An dritter Stelle wird die Möglichkeit des Besuchs von Obstbautagen wahrgenommen, an denen der Beratungsring ebenfalls vertreten ist. Wenig genutzt werden dagegen die Officialberatung sowie die Beratung durch die Landwirtschaftskammer.

Auch im Rahmen der Zusammenarbeit von Wirtschaftsbetrieben und dem öffentlich wissenschaftlichen Bereich zeigen sich bei der Entwicklung landwirtschaftlicher Innovationen gewisse Barrieren. Die universitäre Forschung arbeitet häufig mit längeren zeitlichen Planungshorizonten und ist dabei eher grundlagen- und weniger praxisorientiert. Doch sind für aktuelle Problemlagen häufig schnelle praktikable Lösungen gefragt. Zudem werden die innerhalb des Innovationssystems angestrebte langfristige Zusammenarbeit und das Wachsen der Vertrauensbasis zusätzlich durch häufige personelle Veränderungen des akademischen Mittelbaus an den Hochschulen erschwert.

#### Wissensbasis/Humankapital

Da die genaue Ursache der Bodenmüdigkeit noch nicht bekannt ist, konnten bisher weder spezifische Diagnoseinstrumente noch Verfahren zur Minderung ihrer Folgen entwickelt werden. Den Bauern ist es somit nicht möglich, bei Wachstumsdepressionen, Minderertrag und Qualitätsmängeln stets den genauen Grund zu bestimmen. Vereinzelt bestehen auch Lücken in der Anbauhistorie, sodass der Nachbau nicht immer bewusst erfolgt. Daher ist es nicht überraschend, dass die Bodenmüdigkeit mit ihren Folgen von nur wenigen befragten Obstbauern als ein bedeutendes Problem wahrgenommen wird. Vereinzelt sehen Obstbauern mit wachstumsstarken Flächen und Sorten auch Vorteile aufgrund eines reduzierten Pflegeaufwandes.

Nach mehrfachem Nachbau oder einer potenziellen Nachfragesteigerung schwachwüchsigerer Sorten können sich aber auch hier die Probleme verstärken. Eine Umstellung des Anbausystems und des Managements ist dann häufig unabdingbar. Obstbauern die dieses Problem bereits bewusst wahrnehmen, wenden häufig bodenverbessernde Maßnahmen an, die sich bei vergleichbarer Symptomatik zuvor bewährt haben. Dies zeigt jedoch bisher nur wenig Erfolg. Erst das Wissen darüber, welche Ursache der Bodenmüdigkeit zugrunde liegt, wird helfen, gegen diese gezielt vorzugehen.

Doch aufgrund von Kürzungen öffentlicher Mittel für deutsche Hochschulen in der Vergangenheit, wick die kostenaufwendigere anwendungsorientierte Forschung vermehrt der Grundlagenforschung. Doch deutet sich seit den letzten Jahren vereinzelt die Entwicklung zu einer längerfristig angelegten Forschungsförderung der Ministerien in Deutschland an. Dies ermöglicht es Fördermittelempfängern wie Universitäten ihre Forschung wieder praxisorientierter zu gestalten, Problemlösungen in Form neuer Verfahren oder Produkte zu entwickeln und dabei zu helfen, diese in die Praxis zu überführen. Dennoch wiegt der Fachkräftemangel im Gartenbau aufgrund sinkender Absolventenzahlen, in Zeiten steigender Anforderungen an die Produktion und immer komplexer werdenden Produktionsverfahren schwer. Der Transfer neuen Wissens von den Hochschulen zu den Betrieben nimmt somit tendenziell eher ab. Auch gaben nur etwa ein Drittel der Befragten der Akzeptanzstudie an, über neu erforschte Verfahren wie den Einsatz von Mikroorganismen, zu dem nur wenig Wissen in den Betrieben vorliegt, schnell verlässliche Informationen von öffentlichen und privaten Beratungsstellen zu erhalten. Insgesamt aber führt die hohe Konzentration der Akteure des sektoralen Innovationssystems Obstbau im Alten Land zu einem hohen regionalen Know-How und guten Rahmenbedingungen für einen schnellen und unkomplizierten Wissenstransfer neuer Erkenntnisse und Verfahren aus der Forschung in die Praxis.

#### Institutionen/Politik

Der Wandel im Nachfrageverhalten der Konsumenten, wie die steigenden Forderungen nach gesunden und unbelasteten Lebensmitteln sowie nachhaltigen Produktionsverfahren, schlägt sich zunehmend in schärferen gesetzlichen Bestimmungen und Restriktionen für die Produktion nieder. Doch die Zunahme des Verfüllens wasserführender Gräben zeigt, dass neue Verbote und Auflagen wie die aktuellen Pflanzenschutzbestimmungen nicht immer zu innovativem Verhalten führen. Nach dem Auslaufen der Zulassung von Basamid sowie der vorläufigen Aussetzung einer Neuzulassung zeigte sich die Brisanz der Nachbauproblematik insbesondere im Baumschulsektor in Form vereinzelter Notfallzulassungen unter der Sachlage "Gefahr im Verzug". Obstbauern sehen ihre Wirtschaftlichkeit vorrangig durch neue Rahmenrichtlinien wie das neue Mindestlohngesetz und die geringen Erzeugerpreise gefährdet. Komplexere Anpassungen innerhalb der Produktion sind für kleine Familienbetriebe darüber hinaus schwer finanzierbar. Auch fällt es dem einzelnen Landwirt schwer, aufgrund des mannigfaltigen Förderangebots und den gestiegenen Dokumentationspflichten,



zusätzlich staatliche Hilfe in Anspruch zu nehmen. Hierbei kommt der Förderung von Erzeugerorganisationen im Rahmen der Bezuschussung ihrer operationellen Programme eine besondere Bedeutung zu. Förderfähige Ziele, die im Einklang mit Herausforderungen der Überwindung von Bodenmüdigkeit stehen, sind unter anderem die Erhaltung der Produktqualität, die Kompetenzentwicklung, die Steigerung der Innovationsfähigkeit sowie die ressourcenschonende Erzeugung. Weiterhin ist zu beobachten, dass ein Großteil der öffentlichen Fördergelder für den Agrarsektor wissenschaftliche Einrichtungen erreicht. Mit der Finanzierung werden beispielsweise Forschungsprojekte im Rahmen der “Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ des BMBF umgesetzt. Ein weiterer Baustein der Innovationsförderung, der insbesondere die Zusammenarbeit von Innovationsnetzwerken und die Diffusion der Innovationen unterstützt, ist die Bezuschussung Operationeller Gruppen im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft “Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP Agri). Die Besonderheit liegt hier in der obligatorischen Partizipation mindestens eines Praxisbetriebes sowie dessen initialer Federführung.

#### Technologien/ Nachfrage

Der Apfel wird in Deutschland von allen Obstsorten am häufigsten konsumiert. Doch erfolgt zunehmend eine Substitution durch exotische Früchte. Auch der Konsum von Clubsorten, die häufig aus dem Ausland stammen und höherpreisig vermarktet werden, steigt. Da für einige dieser Sorten in Deutschland keine Anbaugenehmigung vorliegt, konzentrieren sich die heutigen Zuchtanstrengungen unter anderem darauf, eine konkurrenzfähige (Club-) Sorte auf den Markt zu etablieren. Zuchtfortschritte im Obst- und besonders im Baumobstbereich sind jedoch langwierig und im Vergleich zum Bereich Zierpflanzen eher selten. Auch liegt Deutschland bezogen auf die Anzahl der Sortenschutzanträge hinter Italien und Frankreich zurück. Parallel hierzu gewinnt die nachhaltige und biologische Produktion sowie die Regionalität der Produkte zunehmend an Bedeutung. Letztere ist für die Konsumenten jedoch häufig nicht ausreichend sichtbar bzw. ist ihnen das Regionalitätssiegel unbekannt. Doch stehen die gesellschaftlichen Ansprüche und das tatsächliche Verhalten, sei es der Konsum biologischer bzw. regionaler Produkte oder die Übernahme nachhaltiger Produktionsverfahren, nicht immer im Einklang (Attitude-Behavior-Gap). Pfadabhängigkeiten zeigen sich insbesondere bei der Einführung komplexer oder systemischer Innovationen. Dennoch erhöhen sinkende Erzeugerpreise, der steigende Kostendruck und die zunehmende Flächenknappheit die

Nachfrage nach innovativen Verfahren. Beim Obstanbau im Alten Land sind dies aufgrund des hohen Kostenfaktors Arbeit insbesondere Investitionen in neue Verfahren zur Senkung des Arbeitskräfteeinsatzes (selbstfahrende Arbeitsbühnen) oder auch die Umsetzung staatlich forcierter Umweltinnovationen wie eine neue abdriftmindernde Pflanzenschutzsprühtechnik. Auch ist bezüglich des Klimawandels in Zukunft eine steigende Nachfrage nach Hagelschutzsystemen anzunehmen. Auf Nachbauflächen wäre in diesem Fall das sonst gebräuchliche Versetzen der Reihen in die Fahrgasse nicht mehr ohne weiteres möglich. Ein Angebot an effizienten und mehrfach in Wiederholung erfolgreich erprobten Technologien oder Verfahren zum Umgang mit der Nachbauproblematik gibt es zum heutigen Zeitpunkt noch nicht. Bisher getestete Verfahren sind entweder zu kostenintensiv (Bodendämpfen) oder nicht effektiv genug.

### Wettbewerb

Die zunehmende Flächenknappheit, steigende Flächenpreise und die Abnahme der Erzeugerpreise aufgrund des hohen Wettbewerbs auf Handelsebene, führen zu einem wachsenden Bedürfnis einer noch effizienteren Nutzung der Flächen. Somit besteht bei den Obstbauern, trotz der voraussichtlich zunehmenden Nachbauproblematik, weiterhin das Ziel der Intensivierung ihrer Produktion. Noch ist Deutschland im Bereich Obst und Baumschulerzeugnisse Nettoimporteur. Der Großteil der Einfuhren von Äpfeln stammt aus Italien. Baumschulerzeugnisse werden neben Italien hauptsächlich aus den Niederlanden bezogen. Doch aufgrund moderner Lagertechnik, neuer ganzjährig lagerfähiger Sorten wie „Jonagold“, der Entwicklung neuer Märkte in Asien sowie den steigenden Qualitätsstandards in Deutschland geht der Importanteil von Äpfeln allmählich zurück. Der Import von Baumschulerzeugnissen verzeichnete in den letzten Jahren sogar einen deutlichen Rückgang. Auch nach Angaben der Obstbauern im Alten Land nehmen der Preiskampf des Lebensmitteleinzelhandels und die Konkurrenz aus dem Ausland am stärksten Einfluss auf ihre Wettbewerbsfähigkeit. Bodenmüdigkeit fällt nach ihrem Empfinden als Einflussfaktor dagegen deutlich weniger ins Gewicht. In der Vermarktung von Äpfeln steht Deutschland besonders zu Italien in einer starken Konkurrenzbeziehung. Die geringen Lohnkosten und fruchtbaren Böden, die fortwährende Erlaubnis des Einsatzes von Basamid sowie die hohe Nachfrage nach lizenzierten Clubsorten wie Pink Lady oder Jazz verschaffen Italien Wettbewerbsvorteile am Markt. Doch auch in Italien herrscht zunehmend Flächenknappheit. Auch läuft die aktuelle Basamidzulassung ohne Neuzulassung im Jahr 2021 aus. Somit sind auch im

italienischen Obstbau langfristig neue Verfahren nötig, um die Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen.

Nachdem die Rahmenbedingungen für das Innovationssystem am Beispiel von Malerba ermittelt wurden, folgte im weiteren Verlauf eine Untersuchung der Akzeptanz potenzieller Adopter bezüglich des Einsatzes von Mikroorganismen als neues Verfahren zur Minderung der Folgen von Bodenmüdigkeit. Mit Hilfe eines modifizierten Technology Acceptance Model (TAM) wurde die Einflussstärke verschiedener Faktoren auf die Übernahmeabsicht bestimmt. Die Akzeptanzbefragung ergab im Allgemeinen Teil, dass der Großteil der Befragten keine Kenntnisse über den Einsatz von Mikroorganismen besitzt. Dennoch haben bereits 37 % der befragten Obstbauern Mikroorganismen im Betrieb eingesetzt. Bei der Bewertung der vorformulierten Statements, die einen relativen Vorteil der Maßnahme versprochen, konnte bei der zunächst einfachen Auswertung der Daten eine deutlich häufigere zustimmende als ablehnende Haltung erfasst werden. Insbesondere versprechen sich die Obstbauern beim Einsatz von Mikroorganismen Produktivitätssteigerungen und damit höhere Gewinne. Bezüglich der zu erwartenden Kosten sind sie neutral eingestellt bzw. noch unsicher. Auch den Aussagen, die eine Kompatibilität bekunden, wird überwiegend zugestimmt. Die meiste Skepsis liegt hier in der Vereinbarkeit mit den natürlichen Standortverhältnissen und der Einbindung der Anwendungen in die betrieblichen Verfahrensabläufe. Auch den Statements, die eine geringe Komplexität des Einsatzes von Mikroorganismen widerspiegeln, wird vom Großteil der Befragten zugestimmt. Eine neutrale Bewertung zeigt sich hier überwiegend im Hinblick auf die Nachvollziehbarkeit der Arbeitsschritte sowie eines leichten Einsatzes. Alle drei Konstrukte spiegeln in ihrer Gesamtheit einen sehr hohen Anteil einer positiv empfundenen Nützlichkeit des Verfahrens wieder. Die Testbarkeit wird in allen Statements ebenfalls eher positiv gewertet. Keine klare Positionierung besteht im Besonderen in Bezug auf die Wirksamkeit und den Entwicklungsfortschritt des Verfahrens. Die Einfachheit der Nutzung wird von nur etwa der Hälfte der Befragten positiv gewertet. Bezüglich zusätzlicher Aufwendungen oder eines erhöhten Risikos sind sich die Befragten jedoch unsicher. Die Beobachtbarkeit des Einsatzes von Mikroorganismen können nur wenige Obstbauern bekunden. Dafür besteht ein hoher Anteil an Befragungsteilnehmern, die das Verfahren selbst ausprobieren würden. Generell ist die Bereitschaft der Demonstration und somit der Beobachtbarkeit des Einsatzes neuer Verfahren unter Berufskollegen hoch zu bewerten. Bezüglich der adopterbezogenen Eigenschaften sind die Aussagen der

Befragten, bezogen auf ihr eigenes Umweltbewusstsein, häufig widersprüchlich. So bekunden sie einerseits stets bemüht zu sein, die Biodiversität auf den Betriebsflächen zu fördern. Andererseits sind sie hinsichtlich der neuen Pflanzenschutz-Abstandsregelungen deutlich weniger positiv eingestellt. So zeigt sich auch hier, am Beispiel der amtlich geforderten Umsetzung einer Umweltinnovation, die Attitude-Behavior-Gap, was zum Ausschluss des Faktors aus dem Modell führte. Die Innovationsneigung und Risikobereitschaft fallen in der Stichprobe sehr hoch aus. Dies lässt darauf schließen, dass die Stichprobe einen hohen Anteil an Stellvertreter der Gruppen „Innovatoren“ bzw. „Early Adopter“ aufweist. Gefestigt wird diese Vermutung mit dem hohen Bildungsstand sowie dem stark ausgeprägten Informationssuchverhalten innerhalb der Stichprobe. Darüber hinaus zeugt auch die Teilnahme an der Befragung von einer stärkeren Partizipation im sozialen System, die typisch für diese Gruppen ist. Jedoch finden Statements, die dem Sektor ein gutes Informationsangebot bescheinigen, von wenigen Befragten häufig nur geteilte Zustimmung.

Bezüglich der soziodemographischen Merkmale zeigt bereits die Literaturanalyse, dass das Alter bezüglich seines Einflusses auf die Adoption neuer Verfahren kontrovers diskutiert wird. Häufig findet man jedoch Aussagen, dass besonders junge potenzielle Adopter einen längeren Planungshorizont, aktuelleren Wissensstand sowie die Fähigkeit besitzen, komplexe Informationen besser zu verarbeiten. In der vorliegenden Stichprobe lag die höhere Nutzungsabsicht dagegen bei den älteren Obstbauern. Grund hierfür mag in dem als eher gering erachteten Komplexitätsgrad der Innovation sowie an der hohen Beteiligung von noch wenig erfahrenen Meisterschülern liegen. Denn auch die Bildung wird in einer Vielzahl von Studien (Feder and Slade 1984; Feder et al. 1985; Lapar and Ehui, 2004; Tey und Brindal 2012; Borges et al. 2017) als einflussreicher Faktor bei der Adoption von Innovationen identifiziert. In der vorliegenden Stichprobe verfügt der Großteil der Teilnehmer (65 %) über einen hohen Bildungsabschluss. Auch die Berufserfahrung liegt bei durchschnittlich 19,5 Jahren. Es bestätigt sich, dass überwiegend die Teilnehmer mit höherem Bildungsniveau der Adoption positiv gegenüberstehen. Der Einfluss des Geschlechts wird in dieser Studie nicht weiter eruiert, da bereits aus der vorausgehenden Befragung anzunehmen war, und es sich auch im Nachhinein bestätigt hat, dass der Adressatenkreis überwiegend dem männlichen Geschlecht angehört.

Etwa die Hälfte der Befragten sind der Nutzung von Mikroorganismen positiv gestimmt. Nur wenige stehen einem etwaigen Einsatz des Verfahrens kritisch gegenüber. Dass die Einstellung zur Adoptionsabsicht nicht vordergründig auf der Grundlage ökonomischer Faktoren basiert, zeigen die folgenden Ergebnisse der Strukturgleichungsanalyse mittels SmartPLS. Das an dieser Stelle verwendete varianzbasierte Verfahren ermöglichte eine gleichzeitige Betrachtung der zusammenhängenden Beziehungen der abhängigen und unabhängigen Variablen im Modell. Auch bei kleinem Stichprobenumfang liefert es nach eingehender Güteprüfung des aufgestellten Strukturmodells robuste Ergebnisse. So konnte im Falle der reflektiven Messmodelle nach Plausibilitäts-, Reliabilitäts- und Validitätsprüfung bestätigt werden, dass der Großteil der aufgestellten Indikatoren bzw. Indikatorensatz eine gute Eignung als Messinstrument für das jeweils betreffende Konstrukt darstellt. Ausnahme bildeten zum einen ein Indikator der Variable Informationsangebot, der das Reliabilitätskriterium nicht bestanden hat sowie das Konstrukt Umweltbewusstsein, dessen Indikatorensatz eine hinreichende Messung dieses Konstrukts ausschloss. Indikator und Konstrukt wurden folglich aus dem Modell entfernt. Auch in den formativen Messmodellen mussten nach ausgiebiger messtheoretischer und final sachlogischer Überlegung drei Indikatoren entfernt werden, deren Elimination jedoch kaum einen Einfluss auf die erklärte Varianz ausübte. Zwischen den Indikatoren in den formativen Messmodellen konnte Multikollinearität ausgeschlossen bzw. eine nur geringe Korrelation ermittelt werden. Alle weiteren Validitätskriterien wurden ebenfalls erfüllt.

Mit der Analyse des inneren Modells (Strukturmodells) konnten nun die im Vorfeld aufgestellten Hypothesen überprüft werden. Nach Untersuchung der Pfadkoeffizienten konnten acht Hypothesen nicht bestätigt werden. Neben dem zuvor ausgeschiedenen Konstrukt Umweltbewusstsein ließ sich für die unabhängigen Variablen Beobachtbarkeit, Innovationsneigung, Informationsangebot und wahrgenommene Nutzerfreundlichkeit kein stärkerer direkter Einfluss auf die Nutzungsabsicht bestimmen. Auch der Einfluss der wahrgenommenen Nutzerfreundlichkeit auf die empfundene Nützlichkeit konnte, ähnlich wie in anderen Studien, nicht bestätigt werden (Aubert et al. 2012). Deutlichen Einfluss im Modell dagegen hatten die Variablen wahrgenommene Nützlichkeit, ihre erklärenden unabhängigen Variablen relativer Vorteil, Kompatibilität und Komplexität sowie die Konstrukte Testbarkeit und Know-How. Der wahrgenommene Nutzen hatte auch wie in anderen Studien (Davis 1989, S.333; Venkatesh und Davis 2000, S.187; Flett et al. 2004, S. 199) den stärksten Effekt auf die Adoptionsabsicht. Rogers These, dass der

Kompatibilität in den ersten Phasen der Entscheidungsfindung eine höhere Bedeutung zukommt wie dem relativen Vorteil kann in diesem Fallbeispiel bestätigt werden (Rogers und Shoemaker 1971). So wird das Konstrukt wahrgenommener Nutzen stärker von der Variablen Kompatibilität beschrieben. Grund hierfür kann der von Pignatti et al. (2005) geschilderte Umstand sein, dass in den letzten Jahrzehnten die Bedürfnisse der Landwirte nicht genügend bei der Entwicklung neuer Produkte und Verfahren berücksichtigt bzw. erfasst wurden. Auch Aubert et al. bestimmen in ihrem Modell einen hohen Einfluss der Kompatibilität in Kombination mit einem nur schwachen Einfluss der wahrgenommenen Nutzerfreundlichkeit. Insgesamt wird die Varianz des Konstrukts wahrgenommene Nützlichkeit zu 62 % von den Variablen Kompatibilität, Relativer Vorteil und Komplexität erklärt. Demgegenüber trägt wiederum die Variable wahrgenommene Nützlichkeit neben den Faktoren Testbarkeit und Know-How maßgeblich zu einem Bestimmtheitsmaß der Schätzung der Zielvariablen "Nutzungsabsicht" von 68 % bei. Die Faktoren Testbarkeit und Know-How zeigen lediglich einen nur schwachen Effekt. Das in dieser Arbeit erstellte Strukturmodell erklärt somit 68 % der Intention der befragten Obstbauern, zur Überwindung der Nachbauproblematik Mikroorganismen einsetzen zu wollen. Nach Hair et al. (2011) und Chin et al. (1998) kann der Erklärungsgehalt insgesamt als moderat bis substanziell eingestuft werden. Auch im Vergleich zu anderen Akzeptanzmodellen derselben wissenschaftlichen Disziplin reiht sich das in dieser Studie entwickelte Modell bezogen auf die Güte des Bestimmtheitsmaßes im oberen Bereich ein.

## 5.2 Schlussfolgerungen

Der voranschreitende Strukturwandel ist Spiegelbild der sich verschärfenden Rahmenbedingungen für den Obstbau in Deutschland. Die Abnahme der Betriebszahlen bringt in Verbindung mit der Verschmelzung der Betriebsflächen zu größeren Einheiten jedoch auch Chancen mit sich. So fällt es größeren Betrieben leichter, aufgrund der Möglichkeit von Risikostreuung, Investitionen in neue Verfahren zu tätigen, Arbeitsprozesse zu mechanisieren und Skaleneffekte zu nutzen. Neben den strukturellen Veränderungen sind die Betriebe gefordert, ihre Produktionsverfahren an neue Herausforderungen wie den Klimawandel und die Bodenmüdigkeit anzupassen. Die Nachhaltigkeit insbesondere im Hinblick auf ökologische und soziale Aspekte sollte bei der Entwicklung neuer Prozesse neben den ökonomischen Faktoren immer mehr im Fokus stehen. Doch sind diese Anpassungen nicht immer wirtschaftlich vorteilhaft,

sondern bewirken häufig eher das Gegenteil. Somit liegt es oft in der Verantwortung des Staates, diese gesellschaftlichen Forderungen im Rahmen neuer gesetzlicher Auflagen für die Produktion durchzusetzen. In Deutschland sind Umweltgesetze und -auflagen häufig besonders streng und können aufgrund der föderalen Struktur der Bundesrepublik nicht nur zu internationalen, sondern auch zu nationalen Verzerrungen der Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe führen. Langfristig kann der hierbei entstehende Innovationsdruck Wettbewerbsvorteile hervorbringen und neue Märkte schaffen. Ertrags- bzw. erlösschwache Jahre in der Anfangsphase der Umsetzung von Umweltinnovationen sollten nach Möglichkeit staatlich unterstützt werden. Gerade den kapitalschwachen klein- bis mittelständigen Unternehmen und Familienbetrieben fällt es zunehmend schwer, die Fülle an Anforderungen und den steigenden bürokratischen Aufwand zu bewältigen. Häufig ermöglichen ihnen Formen arbeitsteiliger Prozesse und Kooperation, im Wettbewerb zu bestehen. Die Mitgliedschaft in Erzeugerorganisationen hilft ihnen, sich am Markt gegenüber den immer mächtiger werdenden Großkonzernen des Lebensmitteleinzelhandels zu behaupten. Die Arbeitsteilung durch Erzeugerzusammenschlüsse ermöglicht den Obstbauern eine Konzentration ihrer Aufgaben auf den Produktionsprozess und schafft somit Raum für innovatives Handeln. Darüber hinaus würde ihnen eine Teilnahme in Innovationsnetzwerken zusätzlich erlauben, am Innovationsgeschehen des Sektors zu partizipieren und wäre zugleich für einen positiven Verlauf der Entwicklung und Diffusion von Innovationen von besonderer Bedeutung. Denn um die hoch komplexen Vorgänge im und über dem Boden zu erforschen und die auf sie abgestimmten Produktionsverfahren zu entwickeln, ist häufig nicht nur die Zusammenarbeit unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen erforderlich, sondern die aller Akteure der Wertschöpfungskette innerhalb des Innovationssystems. Zudem verbleit die Idee zu einer technischen Neuerung oder Prozessinnovation ohne intensive Kooperationsbeziehungen zwischen Forschung, Industrie und potenziellen Adoptern häufig in der Phase der Invention, ohne jemals Marktreife zu erlangen. Die Zusammenarbeit in Innovationsnetzwerken trägt durch die Bündelung der Ressourcen und Kompetenzen der beteiligten Akteure sowie dem stärkeren Wissensaustausch zu einem schnelleren Erfolg des Innovationsprozesses bei.

Kürzungen der anwendungsorientierten Forschung und der bislang begrenzte Zeitrahmen drittmittelfinanzierter Forschungsvorhaben in Deutschland sind Gründe, dass Innovationen nur selten Praxisreife erlangen. Die öffentliche Forschung wird von der Praxis auch eher als Wissensproduzent denn als Wissenslieferant wahrgenommen. Eine

gute Plattform, zur Koordination und besseren Vernetzung der Akteure, zur Schaffung eines gemeinsamen institutionellen Rahmens, zur Förderung des besseren Verständnisses untereinander sowie des Wissenstransfers in die Praxis, könnten Innovations-Intermediäre bieten. Besonders auch für die Gründung von Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP) könnten sie einen guten Raum schaffen, in dem sich interessierte Akteure aus den unterschiedlichen Bereichen des Sektors zusammenfinden. Auch sollten sie bürokratische Prozesse wie Antragsverfahren sowie das Dokumentations- und Berichtswesen aktiv unterstützen, da diese häufig eine Hürde der Inanspruchnahme von Fördermaßnahmen darstellen können. Eine staatliche Unterstützung dieser Innovations-Intermediäre würde voraussichtlich zu einer Zunahme der innovativen Prozesse innerhalb des Sektors führen und die Wettbewerbsfähigkeit seiner Unternehmen stärken. Als Beispiel könnten Versuchsanstalten und Beratungsringe diese Aufgaben übernehmen. Bereits heute stellen sie häufig die Verbindung von der universitären Forschung zur Praxis dar. Darüber hinaus genießen sie von Seiten der Landwirte oft ein hohes Vertrauen, da sie näher an der Praxis sind und den engen Kontakt intensiv pflegen. Zudem kennen sie wichtige Meinungsführer unter den Landwirten, die eine bedeutende Funktion innerhalb von Innovationsprozessen innehaben können. Innerhalb dieser Netzwerke sollten Demonstrationshöfe aufgebaut werden, um neue Verfahren direkt von Anbauern testen zu lassen und somit die Sichtbarkeit der Ergebnisse für die Praxis von Anfang an zu erhöhen. Dabei fördert räumliche Nähe das Vertrauen, den Abbau von Unsicherheiten, das regionale Know-How, den Informationsfluss aufgrund kurzer Wege und somit die Interaktionen zwischen den Akteuren der Innovationsnetzwerke. Darüber hinaus schafft es einen homogenen institutionellen Rahmen und fördert damit die Entwicklung und Verbreitung von Innovationen.

Neben der Vielzahl an Vorteilen hat die hohe Anbaukonzentration im Alten Land auch einen deutlichen Nachteil. Sie limitiert die Möglichkeit des Flächenwechsels, der bisweilen als eine der einzig effektiven und zugleich effizienten Maßnahme im Umgang mit der Bodenmüdigkeit wahrgenommen wird. Es ist anzunehmen, dass bei mehrfach wiederholtem Nachbau von Apfelbäumen auf denselben Flächen und Pflanzstreifen die Erträge auch auf den fruchtbaren Marschböden des Alten Landes noch deutlicher zurückgehen werden. Auch können die auf den Geestflächen produzierenden Baumschulen, in Anbetracht der insgesamt rückläufigen Pflanzenschutzmittelzulassungen und der sich verschärfenden Umweltschutzbestimmungen in Deutschland



und Europa, in Zukunft nicht mit einer stetigen Verlängerung der Genehmigung des Pflanzenschutzmittels Basamid rechnen.

Inwieweit sich der Klimawandel in Zukunft auf die Nachbauproblematik auswirken wird, ist noch unklar. Sollten jedoch die Hagelschäden in den kommenden Jahren deutlich zunehmen, werden die Obstbauern gezwungen sein, ihre Plantagen mit Hagelschutzsystemen auszustatten. Ein Wechsel bei Neuanpflanzung von Apfelbäumen in die Fahrgasse wäre damit nicht mehr möglich. Ein wachsender Bedarf weiterer technischer flächengebundener Infrastrukturen wie Frostschutzberegnungsanlagen und Wasserrückhaltebecken bei zunehmenden Spätfrostereignissen oder Wassermangel lassen die Investitionskosten der Plantagen immer mehr ansteigen, so dass ein Flächenwechsel ab einem gewissen Grad keine Option mehr darstellen würde. Demnach sollte in Zukunft bei der Züchtung neuer an den Klimawandel oder an Verbrauchertrends angepasster Sorten die Toleranz gegenüber Bodenmüdigkeit mituntersucht werden. Eine Ausweitung des Anbaus schwachwachsender Sorten wird die Anbauprobleme auf bodenmüden Flächen voraussichtlich verstärken.

In Bezug auf die Bodenmüdigkeit im Alten Land ist jedoch gegenwärtig kaum ein Innovationsdruck spürbar. Die Problematik wird von den Befragten bisher als mittelstark eingestuft, wobei auch ihre Unsicherheit eine gewisse Rolle spielen kann. Da eine eindeutige Diagnose der Erkrankung aufgrund fehlender Instrumente und eines unspezifischen Krankheitsbildes noch nicht möglich ist, kann das genaue Ausmaß eines wirtschaftlichen Schadens, hervorgerufen durch die Bodenmüdigkeit, für den Landwirt nicht nachvollzogen werden. Wichtig ist demnach die Entwicklung von Diagnoseinstrumenten, die einen Nachweis sowie Auskunft über den Schweregrad der Bodenmüdigkeit liefern und damit eine wirtschaftliche Folgenabschätzung ermöglichen. Erst dies wird die Nachfrage nach geeigneten Maßnahmen zur Vorbeugung und Behandlung sowie die aktive Teilnahme an dem Innovationsgeschehen erhöhen.

Die vorliegende Untersuchung verdeutlicht, dass sich in Abhängigkeit zu der Art und dem Hintergrund einer Innovation die Einflussfaktoren auf die Verhaltensabsicht der Übernahme eines neuen Produktes oder Produktionsverfahrens unterschiedlich auswirken können. Diese sollten innerhalb eines jeden Innovationprozesses noch möglichst vor der finalen Entwicklung des Verfahrens oder Produktes bekannt sein, damit sie gegebenenfalls entsprechend Berücksichtigung finden und die Diffusion in die Praxis im späteren Verlauf verstärken können. Bezogen auf die Akzeptanzbefragung am

Beispiel des Mikroorganismeneinsatzes bei Bodenmüdigkeit wurde deutlich, dass die Kompatibilität des Verfahrens den größten Einfluss auf die Übernahmebereitschaft auszuüben scheint. Daher sollte bei der Entwicklung dieser Innovationen darauf geachtet werden, dass sich der Einsatz von Mikroorganismen möglichst gut in bereits bestehende Arbeitsprozesse integrieren lässt, so dass keine neuen Arbeitsschritte oder zusätzliche Investitionen in technische Ausstattung erforderlich sind. Die Übernahme wird auch befördert, wenn das Verfahren an sich gut nachvollziehbar ist und die Arbeitsschritte verständlich sind. Dies sollte mit einem Ausbau der Beratungsleistungen im Sinne von Workshops, Schulungen oder dem Versenden von Informationsblättern durch öffentliche oder private Beratungseinrichtungen gefördert werden. Förderangebote wie die Einzelbetriebliche Beratungsförderung werden bisher nur von wenigen Landwirten genutzt. Diese sowie auch andere Förderinstrumente sollten für die Betriebe mehr Sichtbarkeit erhalten und stärker kommuniziert werden.

Sind die Meinungsführer aus der Praxis von der Innovation überzeugt, sollten nach Bass (1969) besonders zu Beginn der Diffusion Massenmedien über die Existenz des neuen Verfahrens informieren. Im folgenden Verlauf gewinnt dann die interpersonelle Kommunikation besonders zwischen gleichgestellten Berufskollegen an Bedeutung. Das Wissen, das ein einzelner Anbauer aus der Beratung und Schulung generiert, kann somit an Gleichgesinnte weitergetragen werden.

### **5.3 Kritik und Ausblick**

Die Analyse der äußeren und inneren Rahmenbedingungen des Innovationssystems nach Malerba bot eine gute Möglichkeit Chancen und Risiken, die für den Innovationsprozess bestehen oder sich ergeben können, zu identifizieren. Hierbei erwies es sich zum Teil als schwierig, einige der gewonnenen Informationen ausschließlich einem der Elemente nach Malerba zuzuordnen. Dies verdeutlicht aber nur noch stärker, wie die einzelnen Elemente des Innovationssystems Obstbau im Alten Land miteinander verwoben sind.

Die zu Beginn der Studie festgelegte Zielgruppe im Alten Land von insgesamt nur etwa 600 Obstbauern und das, bezogen auf den Untersuchungsgegenstand, bisweilen noch verhältnismäßig gering ausgeprägte Problembewusstsein machte die Akquise potenzieller Teilnehmer für die Akzeptanzbefragung überaus schwierig. Hinzu kam, dass die im Kollektiv ausgerichtete erste Befragung zwar zu Beginn der Studie bereits einen

guten Einblick in die Problematik des Nachbaus im Alten Land ermöglichte, jedoch aufgrund der Beteiligung verschiedener wissenschaftlicher Einrichtung auf einem doch sehr umfangreichen Fragebogen basierte und damit die Teilnahmebereitschaft für die zweite Befragung zusätzlich schwächte. Zudem konnte in Gesprächen mit Experten der Eindruck gewonnen werden, dass der geplanten Untersuchungsregion womöglich der Charakter eines überforschten Gebietes anhaftet und sich bereits ein Verdruss, aufgrund der aus bisherigen Forschungsprojekten geringen Anzahl verwertbarer Ergebnisse oder des unzureichenden Wissenstransfers in die Praxis, einstellte. Selbst der in diesem Bewusstsein mit zwei Seiten und fast ausschließlich geschlossenen Fragen sehr kurz konzipierte zweite Fragebogen, erreichte im zuvor geplanten Untersuchungsgebiet nicht die Minimalanforderungen an die Stichprobe, um die Ergebnisse statistisch absichern zu können. Die Befragung musste demnach bis nach Italien ausgeweitet werden. Eine einfache Auswertung der Ergebnisse zeigte jedoch, dass die Antworten annähernd übereinstimmten und die Umfragedaten aus Italien für die Gesamtauswertung des Akzeptanzmodells somit übernommen werden konnten. Weiterhin ist anzumerken, dass eine größere Anzahl an Fragebögen aus dem Alten Land von den Auszubildenden der Meisterklasse des ESTEBURG-Obstbauzentrums ausgefüllt wurde, eine vor allem junge Teilnehmergruppe mit eher geringen Erfahrungswerten im Obstbau. Auch muss die sehr positive Einstellung zu Mikroorganismen in der Akzeptanzbefragung womöglich etwas relativiert werden, da die Wirksamkeit des Mikroorganismeneinsatzes in der vorausgegangenen ersten Befragung von Obstbauern im Alten Land im Vergleich zu anderen Verfahren deutlich schlechter bewertet wurde. Grund hierfür mag am gesetzten Themenschwerpunkt "Einsatz von Mikroorganismen" der zweiten Befragung liegen, welcher vermutlich besonders Obstbauern zur Teilnahme anregte, die bereits einen stärkeren Bezug zu dem Thema hatten. Eine mögliche Schwachstelle der angewandten Methodik liegt auch in der Art der Online-Befragung selbst begründet. Die Anonymität sowie die unpersönliche Kommunikationsform kann zu flüchtigem oder auch unwahrheitsgemäßem Antwortverhalten führen. Doch ermöglichte diese Befragungsform ebenso einen größeren Adressatenkreis, bei zugleich geringem zeitlichen und finanziellen Aufwand, zu erreichen. Auch die klassische Art der Meinungsfragen mit den Skalenpolen „stimme zu“ und „lehne ab“ kann zu einem tendenziell positiveren Antwortverhalten führen. Als weiteren positiven Nebeneffekt zeigt sich die Online-Befragung als geeignet, um eine besondere Personengruppe, die der Innovatoren und frühen Übernehmer, gezielt anzusprechen. Beide stellen wichtige Schlüsselfiguren im Innovationsprozess dar. Als

bedeutende Meinungsführer im Innovationssystem können sie die Diffusion von Innovation vorantreiben, bremsen oder auch stoppen. Für den Erfolg einer Innovation ist es somit wichtig, Akteure dieser Gruppen zu identifizieren und bereits frühzeitig in den Innovationsprozess einzubinden. Eine erneute Akzeptanz-Befragung sollte somit eine zusätzliche Frage bezüglich der Bereitschaft einer aktiven Partizipation im Innovationsnetzwerk, wie der Teilnahme an Workshops oder vertiefenden persönlichen Interviews sowie insbesondere in der Funktion eines Testbetriebes, beinhalten.

Das innerhalb der vorliegenden Studie konzipierte TAM-Modell konnte in der Phase der Modellbildung, bis auf ein paar wenigen Ausnahmen, alle erforderlichen Gütekriterien erfüllen. Inwieweit das Indikatorenset des Konstrukts Umweltbewusstsein eine ausreichend inhaltlich konsistente Messung zuließ und welchen Anteil eine mögliche Attitude-Behavior-Gap an seinem Ausschluss hatte, konnte final nicht geklärt werden. Hierzu wäre vermutlich die Form der Beobachtung anstelle der schriftlichen (Online-) Befragung erforderlich gewesen. Dennoch zeigt das finale Modell mit einem Bestimmtheitsmaß von 68 % einen nahezu substanziellen Erklärungsbeitrag und beschreibt somit in einem hohen Maße, welche Einflussfaktoren für die Adoptionsentscheidung der befragten potenziellen Adopter im vorliegenden Fall bedeutsam wären. Inwieweit sich diese Einflussvariablen im Laufe des Diffusionsprozesses verändern, könnte in Zukunft eine Ex-post-Analyse zeigen. Auch sollte eine weitere Untersuchung eruieren, wie sich im Vergleich zum Einsatz von Mikroorganismen die Einflussfaktoren anderer erfolgsversprechender Maßnahmen gegen Bodenmüdigkeit unterscheiden. Bereits die Ergebnisse der Experteninterviews sowie anderer Akzeptanzstudien verdeutlichten, dass die Gewichtung von Einflussfaktoren in Abhängigkeit von der Art der Innovation unterschiedlich ausfallen kann. Kristallisiert sich im weiteren Verlauf des Innovationsprozesses eine erfolgversprechende Maßnahme heraus, ist es somit ratsam, auch für diese, die spezifischen Einflussfaktoren in ihrer Einflussstärke mit Hilfe einer neuen Akzeptanzbefragung zu analysieren, um die Diffusion des neuen Verfahrens oder Produktes zu fördern. Sollten in Zukunft die spezifischen Schaderreger der Bodenmüdigkeit im Apfelanbau identifiziert sein, sollte nach den Erkenntnissen dieser Studie an anderer Stelle zudem geklärt werden, inwieweit sich der Klimawandel bezogen auf die Entwicklung bodenbürtiger Schadorganismen und damit auf die Bodenmüdigkeit selbst auswirken wird.

## Literaturverzeichnis

- Adrian, A. M.; Norwood, S. H.; Mask, P. L. (2005): Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 48 (3), S. 256–271. DOI: 10.1016/j.compag.2005.04.004.
- AIPH (2011-2016): International statistics flowers and plants. International Association of Horticultural Producers. Hannover: Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau an der Leibniz Univ. Hannover.
- Ajzen, I. (1985): From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (Eds.), *Action Control: From cognition to behavior*, S. 11- 39. Heidelberg: Springer.
- Ajzen, I. (1991): The theory of planned behavior. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50 (2), S. 179–211. DOI: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.
- Ajzen, I. (2011): The theory of planned behaviour: reactions and reflections. In: *Psychology & health* 26 (9), S. 1113–1127. DOI: 10.1080/08870446.2011.613995.
- Ajzen, I. (2012): Martin Fishbein's Legacy. The Reasoned Action Approach. In: *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science* 640 (1), S. 11–27. DOI: 10.1177/0002716211423363.
- Albers, S.; Hildebrandt, L. (2006): Methodische Probleme bei der Erfolgsfaktorenforschung — Messfehler, formative versus reflektive Indikatoren und die Wahl des Strukturgleichungs-Modells. In: *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 58 (1), S. 2–33. DOI: 10.1007/BF03371642.
- Arens, L.; Plumeyer, C.-H.; Theuvsen, L. (2011): Akzeptanz von Informationssystemen durch Schweinemäster: Eine Kausalanalyse. 51st Annual Conference, Halle, Germany, German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA).
- Arnold, C.; Klee, C. (2016): Akzeptanz von Produktinnovationen. Eine Einführung. Wiesbaden: Springer Gabler (essentials).
- Aubert, B. A.; Schroeder, A.; Grimaudo, J. (2012a): IT as enabler of sustainable farming. An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. In: *Decision Support Systems* 54 (1), S. 510–520. DOI: 10.1016/j.dss.2012.07.002.
- Baab, G. (2009): Bodenmüdigkeit im Apfelanbau. Ursachen und Folgen einer unsichtbaren Krankheit sowie Gegenmaßnahmen. In: *Obstbau* 6/2009. S. 343-348.
- Baab, G.; Henfrey, J. (2015a): Bodenmüdigkeit im Obstbau. Spezifische Nachbaukrankheit beim Apfel. DLR Rheinlandpfalz. Kompetenzzentrum Gartenbau.
- Baab, G.; Henfrey, J. (2015b): Gesunder Boden – Gesunder Gartenbau Kongress zum Jahr des Bodens. Bodenmüdigkeit im Obstbau - Untersuchungen zur Spezifischen Nachbaukrankheit beim Apfel. Hg. v. BMEL. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz.

- Baab, G.; Henfrey, J. (2015c): Innovative Kulturmaßnahmen zur Förderung der Bodengesundheit im Obstanbau. In: *Obstbau* 11/2015. S. 641-646.
- Backhaus, K.; Erichson, B.; Weiber, R. (2015): Fortgeschrittene multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 3., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler (Lehrbuch). ISBN: 9783662460870.
- Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W.; Weiber, R. (2016): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 14. Aufl. 2016. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint: Springer Gabler. DOI: 10.1007/978-3-662-46076-4.
- Ban, A. W. van den; Hawkins, H. S. (1996): *Agricultural extension*. 2. ed. Oxford: Blackwell Science. ISBN: 063204053X.
- Barclay, D.W.; Higgins, C.A.; Thompson, R. (1995): The partial least squares approach to causal modeling: personal computer adoption and use as illustration. *Technology Studies*, Vol. 2 No. 2, S. 285-309.
- Betzin, J.; Henseler, J. (2005): Einführung in die Funktionsweise des PLS-Algorithmus. In: F. Bliemel, A. Eggert, G. Fassott und J. Henseler (Hg.): *Handbuch PLS-Pfadmodellierung. Methode, Anwendung, Praxisbeispiele*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, S. 49–69.
- BIO-INCROP (2014): Final report for the CORE Organic II funded project “BIO-INCROP” “Innovative cropping techniques to increase soil health in organic fruit tree crops”. Bologna.
- Bitzer A.; Bregy G.; Schuler R. (2012): Perspektiven für den Schweizer Apfel. Hochschule Luzern HSLU. Institut für Betriebs- und Regionalökonomie IBR.
- Blanke, M.; Kirsch, A. (2001): Möglichkeiten und Grenzen des Komposteinsatzes im Obstanbau. Institut für Pflanzenbau der Universität Bonn.
- Blazy, J.-M.; Carpentier, A.; Thomas, A. (2008): An ex ante adoption model of low input innovations applied to banana growers in the French West Indies. Toulouse (Les cahiers du LERNA). <http://www2.toulouse.inra.fr/lerna/travaux/cahiers2008/08.32.276.pdf>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Blazy, J.-M.; Ozier-Lafontaine, H.; Thomas, A.; Meynard, J.-M.; Wery, J. (2010): A method combining simulation models and on farm surveys for ex ante assessment of adoption of agro-ecological innovations. Symposium 'AGRO2010'. Montpellier. France.
- BLE (2015): Ausfuhr von Baumschulerzeugnissen aus Deutschland. In: Florian T. Furtak (Hg.): *Internationale Organisationen. Staatliche und nichtstaatliche Organisationen in der Weltpolitik*. Wiesbaden: Springer VS, S. 149–208.
- BLE (2015a): Einfuhr von Baumschulerzeugnissen nach Deutschland. In: Florian T. Furtak (Hg.): *Internationale Organisationen. Staatliche und nichtstaatliche Organisationen in der Weltpolitik*. Wiesbaden: Springer VS, S. 149–208.

- BLE (2016): Gliederung der Jahreseinfuhrstatistik 2015 „Südfrüchte, Obst, Gemüse, Schalenfrüchte, Kartoffeln sowie Mostobst“.
- Bleser, P. (2014): Deutscher Bundestag - Schriftliche Fragen. Drucksache 18/1244.
- Bliemel, F.; Eggert, A.; Fassott, G.; Henseler, J. (Hg.) (2005): Handbuch PLS-Pfadmodellierung. Methode, Anwendung, Praxisbeispiele. Fachverlag für Wirtschafts- und Steuerrecht Schäffer. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- BMBF (2016): Daten und Fakten zum deutschen Forschungs- und Innovationssystem. Bundesbericht Forschung und Innovation 2016. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung Referat Grundsatzfragen der Innovationspolitik. Herausgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Grundsatzfragen der Innovationspolitik; Ergänzungsband 1). [http://www.bmbf.de/pub/BuFi\\_2016\\_Ergaenzungsband\\_1.pdf](http://www.bmbf.de/pub/BuFi_2016_Ergaenzungsband_1.pdf). Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- BMEL (2013): Zukunftsstrategie Gartenbau. Abschlussbericht zum Zukunftskongress Gartenbau am 11./12. September 2013 in Berlin. Stand Dezember 2013. Bonn: BMEL.
- BMEL (2014): Der Gartenbau in Deutschland. Daten und Fakten. Stand März 2014. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bonn.
- BMEL (2015a): Gesunder Boden – Gesunder Gartenbau Kongress zum Jahr des Bodens. Bodenmüdigkeit im Obstbau - Bodenmüdigkeit und Lösungen (Baumschule). Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bonn.
- BMEL (2015b): Nationale Strategie für nachhaltige operationelle Programme der Erzeugerorganisationen für Obst und Gemüse in Deutschland; für den Zeitraum 2008 bis 2013; [Stand: 29. Nov. 2012]. Berlin/Bonn: Publikationsserver ibib.
- BMEL (2004-2017): Ertragslage Garten- und Weinbau. Berichtsjahr für die BMELV-Testbetriebsergebnisse. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bonn.
- BMEL (2018): Nationale Strategie für nachhaltige operationelle Programme der Erzeugerorganisationen für Obst und Gemüse in Deutschland. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bonn.
- BMJV (2015a): Verordnung über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in bestimmten Gebieten von Hamburg und Niedersachsen (Altes Land Pflanzenschutzverordnung - AltLandPflSchV). Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- BMJV (2015b): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG). Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz.
- BMJV (2017): Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist. Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz. [https://www.gesetze-im-internet.de/whg\\_2009/](https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/).

- Bokelmann, W. (2009): Wertschöpfungsketten im Gartenbau. In: Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus. Braunschweig: VTI, S. 115–129.
- Bokelmann, W.; Doernberg, A.; Schwerdtner, W.; Kuntosch, A.; Busse, M.; König, B. et al. (2012): Sektorstudie zur Untersuchung des Innovationssystems der deutschen Landwirtschaft.
- Bokelmann, W.; König, B. (2015): Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie. Betrachtungen zum landwirtschaftlichen/gartenbaulichen Innovations- und Wissenssystem. Hg. v. Walter Dirksmeyer, Ludwig Theuvsen und gillner. Symposium für Ökonomie und Gartenbau. Braunschweig (Thünen-Report).
- Borges, F.; Kernecker, M.; Knierim, A.; Wurbs, A. (2017): Report on factors affecting innovation, adoption and diffusion processes. ZALF. Müncheberg.
- Brown, S. A.; Venkatesh, V.; Goyal, S. (2012): Expectation Confirmation in Technology Use. In: Information Systems Research 23 (2), S. 474–487. DOI: 10.1287/isre.1110.0357.
- Bund deutscher Baumschulen (BdB) e.V. (2013): Grün ist Leben. In: Zeitschrift des Bundes deutscher Baumschulen (BdB) e.V. 3/2013.
- Bundessortenamt (2008-2017): Blatt für Sortenwesen. Amtsblatt des Bundessortenamtes. Hannover.  
<http://www.bundessortenamt.de/internet30/index.php?id=167>.
- Busse, M.; Doernberg, A.; Siebert, R.; Kuntosch, A.; Schwerdtner, W.; König, B.; Bokelmann, W. (2014): Innovation mechanisms in German precision farming. In: Precision Agric 15 (4), S. 403–426. DOI: 10.1007/s11119-013-9337-2.
- BVOE (2017): Bundesvereinigung der Erzeugerorganisationen Obst und Gemüse e.V.  
<http://www.bveo.de/>.
- CPVO (2017): Applications and titles in force. Database.  
<https://cpvoextranet.cpvo.europa.eu/mypvr/#!/en/publicaccess>.
- Chin, W. W. (1998): The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. In: George A. Marcoulides (Hg.): Modern methods for business research.
- Chin, W. W.; Newsted, P. R. (1999): Structural equation modeling analysis with small samples using partial least squares. In: R. H. Hoyle (Ed.), Statistical strategies for small sample research. S. 307-341. Thousand Oaks: CA: Sage Publications.
- Chuttur, M. Y. (2009): Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions. Sprouts: Working Papers on Information Systems, 9(37). Indiana University, USA.
- Cohen, W. M. (2010): Fifty Years of Empirical Studies of Innovative Activity and Performance. In: Bronwyn H. Hall und Nathan Rosenberg (Hg.): Handbook of the economics of innovation. Volume 2. Amsterdam, Heidelberg: Elsevier North-Holland (Handbooks in economics, 2).
- Coleman, A. L.; Dimit, R. M.; Lionberger, H. F.; Miller, P. A.; Wilkening, E. A.; Bohlen, J. M. (1955): How farm people accept new ideas. Ames: Agricultural



- extension Service (Special report / Agricultural Experiment Station, State College of Agriculture and Mechanic Arts, 15).
- Damerow, L.; Blanke, M.; Schulze-Lammers, P. (2007): Mechanische Fruchtbehangsregulierung im Kernobstbau. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität.
- Davis, F. D. (1985): A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems. Theory and results.
- Davis, F. D.; Bagozzi, R. P.; Warshaw, P. R. (1989): User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. In: Management Science.
- DESTATIS (2004-2017): Landwirtschaftliche Bodennutzung - Baumschulerhebung - Fachserie 3 Reihe 3.1.7. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2004-2017): Wachstum und Ernte - Baumobst - Fachserie 3 Reihe 3.2.1. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2005): Gartenbauerhebung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2016): Agrarstrukturhebung. Betriebe mit Anbau von Gartenbaugewächsen - 2016. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- DESTATIS (2017a): Landwirtschaftliche Bodennutzung. Baumobstflächen - Fachserie 3 Reihe 3.1.4 - 2017. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (2011): Mitteilungen und Nachrichten. In: Journal für Kulturpflanzen (63). S. 113-126.
- Dirksmeyer, W.; Lange, D.; Behr, H.-C.; Niehues, R.; Brand-Saßen, H.; Schreiner, M. et al. (2009): Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus. Hg. v. W. Dirksmeyer. Braunschweig (Landbauforschung / Sonderheft).
- Dirksmeyer, W.; Theuvsen, L.; Schulte, M. (2016): Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie. Nachhaltigkeit und Regionalität - Chancen und Herausforderungen für den Gartenbau. Braunschweig: Thünen (Thünen-Report, 44).
- Dries, L.; Pascucci, S.; Török, A.; Toth, J. (2013): Open Innovation. A Case-study of the Hungarian Wine Sector. The Agricultural Economics Society and the European Association of Agricultural Economists. In: EuroChoices 12(1).
- Drucker, P. F. (1985): Innovation and entrepreneurship. Practice and principles. New York: Harper & Row.
- Durst, S. M. (2011): Strategische Lieferantenentwicklung. Rahmenbedingungen, Optionen und Auswirkungen auf Abnehmer und Lieferant. 1. Aufl. (Schriften zum europäischen Management). Gabler Verlag. Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-8349-6174-7.
- Edquist, C. (2006): Systems of Innovations: Perspectives and Challenges. In: Fagerberg et al. (2006): The Oxford handbook of innovation. Oxford: Oxford University Press (Oxford handbooks in business and management).
- Edquist C. (1997): Systems of innovation. Technologies, institutions, and organizations. London: Pinter (Science, technology and the international political economy series).

- <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0664/96027375-d.html>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Elbe-Obst (2016): Offizielle Homepage der Elbe-Obst Erzeugerorganisation r.V. Hollern-Twielenfleth. <http://www.elbe-obst.de>.
- Emmann, C. H.; Arens, L.; Theuvsen, L. (2013): Individual acceptance of the biogas innovation. A structural equation model. In: *Energy Policy* 62, S. 372–378. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.07.083.
- Europäische Kommission (2012): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat über die Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“. Brüssel, COM(2012) 79 final /2.
- Europäische Union (2013): Amtsblatt der Europäischen Union. Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005.
- Fagerberg, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. R. (2006): *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford Univ. Press.  
<http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0620/2004276168-d.html>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- FAO (2014): Familienbetriebener Apfelanbau in Südtirol: Eine Fallstudie zu landwirtschaftlichen Innovationen. Publikation zu Innovationen in der Familienbetriebenen Landwirtschaft. Ernährungs- und Wirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen. Bozen. E-ISBN 978-92-5-708366-0.
- FAOSTAT (2017): Statistiken der Welternährungsorganisation - Food and Agriculture Organization Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Fassott, G. (2007): *Internationaler E-Commerce. Chancen und Barrieren aus Konsumentensicht*. Zugl.: Kaiserslautern, Techn. Univ., Habil.-Schr., 2006. 1. Aufl. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. (Neue betriebswirtschaftliche Forschung, Bd. 353).
- Feder, G.; Umali, D. L. (1993): The adoption of agricultural innovations. In: *Technological Forecasting and Social Change* 43 (3-4), S. 215–239. DOI: 10.1016/0040-1625(93)90053-A.
- Feindt, H. (2009): Herbstprinz-Nachfolger gesucht. B/S 19 - Nr. 271.
- Feloor, G.; Bahaman, A. S.; Aminah, A.; Khairuddin, I. (2011): The role of social influence and innovation characteristics in the adoption of Integrated Pest Management (IPM) practices by paddy farmers in Iran. *International Conference on Social Science and Humanity IPEDR vol.5* (2011). IACSIT Press, Singapore.
- Fichter, K.; Antes, R. (2014): Interaktive Innovationstheorien als alternative „Schule“ der Innovationsforschung. In: Burr, W. (Hrsg.), *Innovation: Theorien, Konzepte und Methoden der Innovationsforschung*, (S. 61-94). Stuttgart: Kohlhammer.
- Fishbein, M.; Ajzen, I. (1975): *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Hg. v. Addison-Wesley.

- Flenker, J.; Lübcke, J.; Bokelmann, W. (2009): Situation und Perspektiven im Brandenburger Erwerbsobstbau. Potsdam, Frankfurt (Oder): MLUV; LVLf (Landwirtschaft, Gartenbau und Ernährung, Bd. 10, H. 1).
- Flett, R.; Alpass, F.; Humphries, S.; Massey, C.; Morriss, S.; Long, N. (2004): The technology acceptance model and use of technology in New Zealand dairy farming (2).
- Fornell, C.; Larcker, D. F. (1981): Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. In: Journal of Marketing Research Vol. 18, No. 1 (Feb., 1981), S. 39-50.
- Fornell, C.; Cha, J. (1994): Partial Least Squares. Advanced Methods of Marketing Research, 407, 52-78.
- Foscht, T.; Swoboda, B.; Schramm-Klein, H. (2015): Käuferverhalten. Grundlagen – Perspektiven – Anwendungen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Friedrich, N.; Theuvsen, L. (2012): Der Markt für Obst und Gemüse. [http://www.gjae-online.de/news/pdfstamps/freeoutputs/GJAE-665\\_2012.pdf](http://www.gjae-online.de/news/pdfstamps/freeoutputs/GJAE-665_2012.pdf). Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Fritsch, M. (2013): Das regionale Innovationssystem. HoF-Handreichungen 2. Beiheft „Die Hochschule“.
- Fuchs, A. (2011): Methodische Aspekte linearer Strukturgleichungsmodelle. Ein Vergleich von kovarianz- und varianzbasierten Kausalanalyseverfahren. Würzburg: Betriebswirtschaftliches Inst. Lehrstuhl für BWL und Marketing (Research papers on marketing strategy, 5).
- Garming, H.; Strohm, K.; Dirksmeyer, W. (2013): Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie. Wirtschaftlichkeit der Apfelproduktion in Deutschland und Italien. Hg. v. Walter Dirksmeyer, Ludwig Theuvsen, Maike Kayser und Gillner. Symposium für Ökonomie im Gartenbau. Braunschweig (Thünen Report).
- Garming, H.; Strohm, K.; Dirksmeyer, W. (2015): Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie. Wirtschaftlichkeit der Apfelproduktion in Deutschland und Italien. Hg. v. Walter Dirksmeyer, Ludwig Theuvsen und Gillner. Symposium für Ökonomie und Gartenbau. Braunschweig (Thünen-Report).
- Garming, H. (2016): Auswirkungen des Mindestlohns in Landwirtschaft und Gartenbau. Erfahrungen aus dem ersten Jahr und Ausblick. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig (Thünen Working Paper). <http://hdl.handle.net/10419/130709>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Gebrezgabher, S. A.; Meuwissen, M. P. M.; Kruseman, G.; Lakner, D.; Oude Lansink, A. G. J. M. (2015): Factors influencing adoption of manure separation technology in The Netherlands. In: Journal of environmental management 150, S. 1–8. DOI: 10.1016/j.jenvman.2014.10.029.
- Gefen, D.; Straub, D. W. (2000): The Relative Importance of Perceived Ease of Use in IS Adoption: A Study of E-Commerce Adoption. In: Journal of the Association for Information Systems. Volume 1, Article 8.

- GfK (2017): Sieh, das Gute liegt so nah. Consumer Index 01|2017. Consumer Panel.
- Göbel, F. (2009): Soziale Netzwerke und Innovationen. Der Einfluss nachfrageseitiger Netzwerkstrukturen auf die Adoptionsentscheidung. München: FGM-Verl. (Schriftenreihe Schwerpunkt Marketing: [...], Arbeitspapier zur Schriftenreihe Schwerpunkt Marketing, Bd. 190).
- Götz, O.; Liehr-Gobbers, K. (2004). Analyse von Strukturgleichungsmodellen mit Hilfe der Partial-Least-Squares (PLS)-Methode. Die Betriebswirtschaft (DBW), 24(6), 716–740.
- Gonzalez, T.; Weiß, D. (2011): Grundlagenstudie zur Erfassung von Qualitätsprodukten und Erzeugerstrukturen Norddeutschlands und deren Präsentation im Internet. HafenCity Universität (HCU).
- Golla, B., Neukampf, R. (2014): Rechtliche und andere Rahmenbedingungen im Pflanzenschutz. Ergebnisse der Abschätzung des nicht-landwirtschaftlich genutzten Gewässerrandstreifens in Nachbarschaft zu Landwirtschaftsflächen. Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung. 59. Deutsche Pflanzenschutztagung "Forschen – Wissen – Pflanzen schützen: Ernährung sichern!", Freiburg.
- Görgens, M. (2012): Der Obstbau an der Niederelbe. ESTEBURG - Obstbauzentrum Jork. Landwirtschaftskammer Niedersachsen.
- Güttel, W.-H.; Konlechner, S.-W. (2014): Ambidextrie als Ansatz zur Balancierung von Effizienz und Innovativität in Organisationen. In: W. Burr (Hg.): Innovation. Theorien, Konzepte, Modelle und Geschichte der Innovationsforschung. Stuttgart: Kohlhammer, S. 346–353.
- Gusy, B.; Marcus, K. (2012): Online-Befragungen. Eine Alternative zu paper-pencil Befragungen in der Gesundheitsberichterstattung bei Studierenden? Schriftenreihe des Instituts für Prävention und psychosoziale Gesundheitsforschung (Nr. 01/P12). Freie Universität Berlin.
- Hafkesbrink, J.; Evers, J.; Knipperts, J.; Spitzner, G.; Wöhrmann, T. (2015): Transition-Management-Modell „Demografischer Wandel und Innovationsfähigkeit“. Zwischenbericht im Projekt Transdemo – Innovative Strategien zur Gestaltung des demografischen Wandels. Duisburg.
- Hage, J.; Meeus, M. T. H.; Edquist, C. (2006): Innovation, science, and institutional change. Oxford, New York: Oxford University Press.  
<http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10271500>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (1998): Multivariate data analysis. 5., [rev.] ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hair, J. F.; Ringle, C. M.; Sarstedt, M. (2011): PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. In: Journal of Marketing Theory and Practice 19 (2), S. 139–152. DOI: 10.2753/MTP1069-6679190202.

- Hair, J. F.; Sarstedt, M.; Hopkins, L.; G. Kuppelwieser, V. (2014): Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). In: *European Business Review* 26 (2), S. 106–121. DOI: 10.1108/EBR-10-2013-0128.
- Hair, J. F.; Babin, B. J.; Anderson, R. E.; Black, W. C. (2014a): *Multivariate data analysis*. Seventh edition, Pearson new international edition. Harlow, Essex: Pearson (Pearson custom library).
- Hair, J. F.; Hult, G. T. M.; Ringle, C. M. (2017): *Partial Least Squares Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung*. [1. Auflage]. München: Verlag Franz Vahlen.
- Hall, B. H. (2004): *Innovation and diffusion*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research (NBER working paper series, 10212).
- Hanhoff, I.; Holm-Müller, K. (2004): Umweltbezogene Determinanten und ihre innovative Wirkung in Abhängigkeit von dem zu lösenden Umweltproblem - Analyse am Beispiel der europäischen PVC-Industrie. In: Michael Fritsch (Hg.): *Marktdynamik und Innovation. Gedächtnisschrift für Hans-Jürgen Ewers*, Bd. 535: Duncker & Humblot (535).
- Häußling, R. (2014): *Techniksoziologie*. 1. Aufl. Baden-Baden, Stuttgart: Nomos-Verl.-Ges; UTB (utb-studi-e-book, 4184). <http://www.utb-studi-e-book.de/9783838541846>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Hauff, M. von (2014): *Nachhaltige Entwicklung. Grundlagen und Umsetzung*. 2., aktualisierte Auflage. München: De Gruyter Oldenbourg. <http://www.degruyter.com/view/product/223857>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Hauschildt, J.; Salomo, S. (2011): *Innovationsmanagement*. 5., überarb., erg. und aktualisierte Aufl. München: Vahlen (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).
- Häring, N. (2019): Statistiker verschärfen ihre Kritik an der empirischen Ökonomie. <https://www.handelsblatt.com/politik/international/wirtschafts-wissenschaften-statistiker-verschaerfen-ihre-kritik-an-der-empirischen-oekonomie/24159676.html>. Letzter Zugriff am 10.04.2019.
- Henniges, Y., Weber, R.W.S., Görgens, M.; Chmielewski, F.-M. (2007). Der Klimawandel, eine Herausforderung für den norddeutschen Obstbau. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* 62: 156-160.
- Hertel, M. (2014): *Adoption energieeffizienter Techniken in KMU*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Hertel, M.; Menrad, K. (2016): Adoption of energy-efficient technologies in German SMEs of the horticultural sector—the moderating role of personal and social factors. In: *Energy Efficiency* 9 (3), S. 791–806. DOI: 10.1007/s12053-015-9400-0.
- Hirschhausen, C.v.; Beckers, T. (2010): Die Heuristik des Innovationssystems. <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/334191/>. Letzter Zugriff am 22.11.2018. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Hoehne, F. (2018): *Inhaltsstoffe des Apfels – was wissen wir darüber?* Bio-Streuobsttagung, Freising. Pomologen-Verein, LG MV.
- Hofbauer, G. (2004): *Erfolgsfaktoren bei der Einführung von Innovationen*. Arbeitsberichte. Fachhochschule Ingolstadt. ISSN 1612-6483.

- Hofbauer, G.; Sangl, A. (2011): Professionelles Produktmanagement. Hoboken: John Wiley & Sons. ISBN: 9783895783760.
- Huber, F.; Herrmann, A.; Meyer, F.; Vogel, J.; Vollhardt, K. (2007): Kausalmodellierung mit Partial Least Squares. Eine anwendungsorientierte Einführung. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-8349-9328-1.
- Jacob, K.; Horbach, J.; Jänicke, M.; Lehner, F. (2009): Umwelt, Innovation, Beschäftigung 1/2009: Ökologische Industriepolitik - Wirtschafts- und politikwissenschaftliche Perspektiven.
- Jahn, G.; Spiller, A. (2007): Dairy farmer's acceptance of a processor driven quality management system: a structural equation model. In: Quality management in food chains: [EAAE Seminar on Quality Management and Quality Assurance in Food Chains held at the Georg-August-University of Göttingen in 2005], S. 343–354.
- Jänicke, M. (2008): Megatrend Umweltinnovation. Zur ökologischen Modernisierung von Wirtschaft und Staat. München: oekom-Verl.
- Jonas, K.; Stroebe, W.; Hewstone, M. (2014): Sozialpsychologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Jurasz, I.; Krüger, T.; Rüggen, L. (2008): ALTES Land - NEUE Äpfel. Gesamtschule Walddörfer. Hamburg.
- Juristisches Informationssystem für die Bundesrepublik Deutschland - juris (2017): Niedersächsisches Wassergesetz. <http://www.voris.niedersachsen.de/jportal/?jsessionid=E331A60217E5FC8AEFE14FCD49D95EA9.jp15?quelle=jlink&query=WasG+ND&psml=bsvorisprod.psml&max=true&aiz=true#jlr-WasGND2010rahmen>.
- Juroszek, P.; Siebold, M.; Tiedemann, A. (2009): Klimafolgenforschung in der Pflanzenproduktion. Georg-August-Universität Göttingen, Fachbereich Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 21, 169–170 (2009).
- Kaließ, D. (2008): Untersuchungen zur Ursache und Behebung der Bodenmüdigkeit in Rebschulen. Berlin, Juli 2008. Freie Universität Berlin.
- Kayser, M.; Schulte, M.; Theuvsen, L. (2013): Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie. Steuerungsinstrumente in der Wertschöpfungskette Gemüse – Ergebnisse einer Produzentenbefragung. Hg. v. Walter Dirksmeyer, Ludwig Theuvsen und Gillner. Symposium für Ökonomie und Gartenbau. Braunschweig (Thünen-Report).
- Keckl G. (2005): Obst in Niedersachsen. Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes. Erntestatistik, Dez. 34 (2005).
- Klein, W.; Schwartau, H. (2016): Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes e.V. am ESTEBURG - Obstbauzentrum Jork.
- Kemp, R.; Pearson, P. (2007): Final report MEI project about measuring eco-innovation. Maastrich University.

- Khaled; A.; Jinghua L.: Applying Farmer Technology Acceptance Model to Understand Farmer's Behavior Intention to use ICT Based Microfinance Platform: A Comparative analysis between Bangladesh and China. Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL). The Thirteenth Wuhan International Conference on E-Business.
- Klein, W. (2016): Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes e.V. am ESTEBURG - Obstbauzentrum Jork. Das Kernobstjahr 2014/2015 an der Niederelbe.
- Knierim, A.; Thomas, A.; Schmitt, S. (2017): Agrarberatung im Wandel, Andrea Knierim, Angelika Thomas und Sebastian Schmitt. In: B&B Agrar 4 / 2017.
- Knorst, V.; Jänsch, M.; Monney, P.; Naef, A. (2012): Nachbauprobleme beim Apfelanbau. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 8/12. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW.
- Kocher, P.-Y.; Wolf, P. (2012): Forschungswerkstatt Innovation. Schlüsselherausforderungen für Innovationen in der Nahrungsmittelbranche: Die Sicht von KMU-Managern.
- König, B. (2005): Bestimmungsfaktoren für den Übernahmeprozess nachhaltiger Produktionsverfahren und Prozessinnovationen im Gartenbau. Berlin, Humboldt-Universität. Shaker, Aachen. ISBN 3832252800.
- König, B.; Kuntosch, A.; Bokelmann, W.; Doernberg, A.; Schwerdtner, W.; Busse, M. et al. (2012): Nachhaltige Innovationen in der Landwirtschaft. Komplexe Herausforderungen im Innovationssystem. In: Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung 81 (4), S. 71–91.
- Koschatzky, K.; Baier, E.; Kroll, H.; Stahlecker, T. (2009): The spatial multidimensionality of sectoral innovation – the case of information and communication technologies. Karlsruhe: ISI. Working papers firms and regions, R 2009, 4.
- Kröger, R. (2015): Gülleseparation und Güllefeststoffvergärung. Göttingen: Cuvillier Verlag (Internationale Reihe Agribusiness, v.18).  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5023333>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Lamb, D. W.; Frazier, P.; Adams, P. (2008): Improving pathways to adoption. Putting the right P's in precision agriculture. In: Computers and Electronics in Agriculture 61 (1), S. 4–9. DOI: 10.1016/j.compag.2007.04.009.
- Land Niedersachsen (2017): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für die Tätigkeiten Operationeller Gruppen im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft“ (EIP Agri).
- Lang, M. (2009): Normative Entscheidungstheorie. In: Manfred Schwaiger und Anton Meyer (Hg.): Theorien und Methoden der Betriebswirtschaft. 1. Aufl. München: Vahlen, Franz.
- Langert, M. (2007): Der Anbau nachwachsender Rohstoffe in der Landwirtschaft Sachsen-Anhalts und Thüringens - Eine innovations- und diffusionstheoretische Untersuchung. Zugleich: Halle, Univ., Phil. Fak. I. Saarbrücken: VDM-Verlag.

- Larson, J. A.; Roberts, R. K.; English, B. C.; Larkin, S. L.; Marra, M. C.; Martin, S. W. et al. (2008): Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. In: *Precision Agric* 9 (4), S. 195–208. DOI: 10.1007/s11119-008-9065-1.
- Lee, Y. H., Hsieh, Y. C., & Hsu, C.-N. (2011): Adding Innovation Diffusion Theory to the Technology Acceptance Model: Supporting Employees' Intentions to use E-Learning Systems. In: *Educational Technology & Society*, 14 (4), 124–137.
- Line, M. (2005): Combating apple replant disease in Australia. Sydney, NSW: Horticultural Australia (Final report / Horticulture Australia, AP00003).
- Lu, Yu.; Lu, Ya.; Wang, B.; Pan, Z.; Qin, H. (2015): Acceptance of government-sponsored agricultural information systems in China. The role of government social power. In: *Information systems and e-business management: ISeB* 13 (2), S. 329–354.
- Lynn, L. H.; Reddy, N. M.; Aram, J. D. (1996): Linking technology and institutions: the innovation community framework. In: *Research Policy*. 25 (1996) 91–106.
- Malerba, F. (2002): Sectoral systems of innovation and production. In: *Research policy: policy, management and economic studies of science, technology and innovation* 31 (2), S. 247–264.
- Malerba, F. (2004): Sectoral systems of innovation. Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Mann, F. (2009): Die Diffusionstheorie. In: Manfred Schwaiger und Anton Meyer (Hg.): *Theorien und Methoden der Betriebswirtschaft*. 1. Aufl. München: Vahlen, Franz.
- Marangunić, N.; Granić, A. (2015): Technology acceptance model. A literature review from 1986 to 2013. In: *Univ Access Inf Soc* 14 (1), S. 81–95. DOI: 10.1007/s10209-014-0348-1.
- McDonald, R.; Heanue, K.; Pierce, K.; Horan, B. (2016): Factors Influencing New Entrant Dairy Farmer's Decision-making Process around Technology Adoption. In: *The Journal of Agricultural Education and Extension* 22 (2), S. 163–177. DOI: 10.1080/1389224X.2015.1026364.
- Memedovic, O.; Shepherd A. (2009): Agri-food value chains and poverty reduction: overview of main issues, trends and experiences. United Nations Industrial Development Organization, Vienna.
- Monfared, N. (2015): The Adoption of Variable-Rate Application of Fertilizers Technologies: The Case of Iran. In: *International Journal of Agricultural Technology*, 2015 (Vol. 11(3): 609–620).
- Müller-Böling, D.; Müller, M. (1986): Akzeptanzfaktoren der Bürokommunikation. München, Wien: Oldenbourg (Fachberichte und Referate, 17).
- Naef, A. (2013): Nachbauprobleme im Apfelanbau in der Schweiz. In: *Innofrutta. Obstbau*, S. 18–19.



- Niedersächsischer Landtag (2002): Stenografischer Bericht 125. Plenarsitzung.
- Nitt, H. (2015): Bodenmüdigkeit und Lösungen (Baumschulen). Hg. v. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein.
- Nitt, H.; Wrede, A. (2011): Wenn der Boden müde wird. In: Bauernblatt, S. 38–40.
- NLS (1992-2017): Bodennutzung und Ernte. Landesamt für Statistik Niedersachsen. <https://www.statistik.niedersachsen.de/themenbereiche/landwirtschaft/themenbereich-land--und-forstwirtschaft-fischerei---statistische-berichte-87592.html>.
- Nunnally, J. C. (1978): Psychometric theory. 2. ed. New York: McGraw-Hill (McGraw-Hill series in psychology).
- Pfeiffer, J., 2010. Germany's experience in upscaling renewable energy. South Asian Survey 17, 179–191.
- OECD (1999): Boosting Innovation. The Cluster Approach. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris.
- OECD (2001): Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris.
- OECD (2005): Oslo manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd ed. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris.
- Otieno, O. C.; Liyala, S.; Odongo, B. C.; Abeka, S. (2016): Theory of Reasoned Action as an Underpinning to Technological Innovation Adoption Studies. World Journal of Computer Application and Technology 4(1): 1-7.
- OVR (2017): Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V. [http://www.esteburg.de/beratung/obstbauversuchsring-brdes-alten-landes-ev/mid\\_39218.html](http://www.esteburg.de/beratung/obstbauversuchsring-brdes-alten-landes-ev/mid_39218.html).
- Park, S. Y. (2009): An Analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students' Behavioral Intention to Use e-Learning.
- Peyrat, I. (2016): Mykotoxin-Risikomanagement zur Verbesserung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes vor Deoxynivalenol an Weizen. Eine Akzeptanzanalyse in der niedersächsischen Landwirtschaft. 1., Aufl. Hamburg: Kovac, Dr. Verlag (Schriftenreihe Agrarwissenschaftliche Forschungsergebnisse, 63).
- Pietzsch, J. (2017): Bioökonomie für Einsteiger. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Pignatti, E.; Carli, G.; Canavari, M. (2015): What really matters? A qualitative analysis on the adoption of innovations in agriculture. In: JAI 6 (4). DOI: 10.17700/jai.2015.6.4.212.
- Pohl, C.; Hirsch Hadorn, G. (2008): Methodological challenges of transdisciplinary research. Natures Sciences Sociétés 16, 111-121 (2008). DOI: 10.1051/nss:2008035.
- Popp, D.; Newell, R. G.; Jaffe, A. B. (2010): Energy, the Environment, and Technological Change. In: Bronwyn H. Hall und Nathan Rosenberg (Hg.): Handbook of the economics of innovation. Volume 2, Bd. 2. Amsterdam,

- Heidelberg: Elsevier North-Holland (Handbooks in economics, 2), S. 873–937, DOI: 10.1016/S0169-7218(10)02005-8.
- Prager, K.; Posthumus, H. (2010): Socio-economic factors influencing farmers' adoption of soil conservation practices in Europe. In: Human Dimensions of Soil and Water Conservation. ISBN: 978-1-61728-957-6.
- Proplanta (2018): Nischenobst: Nektarinen aus Niedersachsen | proplanta.de. [https://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Pflanze/Nischenobst-Nektarinen-aus-Niedersachsen\\_article1532525690.html](https://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Pflanze/Nischenobst-Nektarinen-aus-Niedersachsen_article1532525690.html). Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Reinecke, S.; Janz, S. (2007): Marketingcontrolling. Sicherstellen von Marketingeffektivität und -effizienz. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer (Kohlhammer Edition Marketing).
- Rennings, K. (2005): Innovationen aus Sicht der neoklassischen Umweltökonomik. In: Innovationen und Nachhaltigkeit. Marburg: Metropolis-Verl., S. 15–39.
- Rezaei-Moghaddam, K.; Salehi, S. (2010): Agricultural specialists' intention toward precision agriculture technologies: Integrating innovation characteristics to technology acceptance model. In: African Journal of Agricultural Research Vol. 5(11), S. 1191-1199, 4 June, 2010. DOI: 10.5897/AJAR09.506.
- Roberts, R. K.; English, B. C.; Larson, J. A.; Cochran, R. L.; Goodman, W. R.; Larkin, S. L. et al. (2004): Adoption of Site-Specific Information and Variable-Rate Technologies in Cotton Precision Farming. In: J. agric. appl. econ. 36 (01), S. 143–158. DOI: 10.1017/S107407080002191X.
- Roblick, J. (2004): Regionales Flussmanagement: Das Elbeästuar. Geographisches Institut der Universität Kiel.
- Röhrig, M.; Hardeweg, B. (2015): Risk preference and risk perception of apple producers in Germany – development of a measurement concept. In: Acta Hort. (1103), S. 261–266. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1103.38.
- Rogers, E. M. (1962): Diffusion of innovations. New York: The Free Press.
- Rogers, R. M.; Shoemaker, F. F. (1971): Communication of innovations, a cross-cultural approach. Rev. ed. New York: Free Press.
- Rogers, E. M. (1983): Diffusion of innovations. 3. ed. New York, NY: Free Press. ISBN 0-02-926650-5.
- Rogers, E. M. (1995): Diffusion of innovations. 4. ed. New York, NY u. a.: Free Press. <http://www.loc.gov/catdir/description/simon033/94024947.html>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Rogers, E. M. (2003): Diffusion of innovations. 5. ed., Free Press trade paperback ed.
- Rota, C; Nasuelli, P. A.; Spadoni, C; Valmori, I; Zanasi, C (2013): Factors Affecting the Sustainable Use of ICTs for Agriculture at the Farm: The Case of Image Line Network Community'. Italy.
- Ruhm, G.; Müller, K.; Steinborn, P.; Bokelmann, W. (2008): Forschungsvorhaben zur Nationalen Strategie für Obst- und Gemüseerzeugerorganisationen in Deutschland.

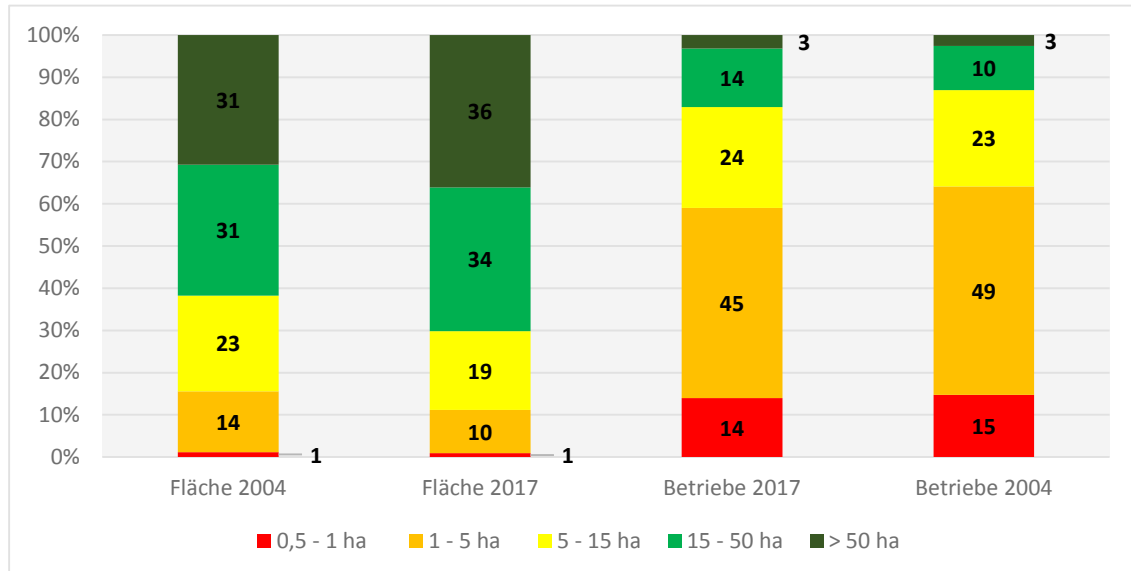
- Handlungsoptionen zur Ausgestaltung von nachhaltigen operationellen Programmen. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Sattler, C. (2008): Ökologische Bewertung und Akzeptanzanalyse pflanzenbaulicher Produktionsverfahren. Berlin, Humboldt-Universität..
- Schlaghecken, J.; Kreiselmaier, J. (2005): Glasigkeit: Ein vielfältiges Problem im Gemüsebau. Hortigate. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) - Rheinpfalz. Neustadt/Wstr.
- Schloderer, M. P.; Ringle, C. M.; Sarstedt, M. (2011): Einführung in die varianzbasierte Strukturgleichungsmodellierung. Grundlagen, Modellevaluation und Interaktionseffekte am Beispiel von SmartPLS. In: Manfred Schwaiger und Anton Meyer (Hg.): Theorien und Methoden der Betriebswirtschaft. Handbuch für Wissenschaftler und Studierende. München: Franz Vahlen, S. 564–592. DOI: 10.15358/9783800644377\_564.
- Schlohm, K. (2012): Innovatorenorientierte Akzeptanzforschung bei innovativen Medientechnologien. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Scholderer, J.; Balderjahn, I. (2005): PLS versus LISREL: Ein Methodenvergleich. In: F. Bliemel, A. Eggert, G. Fassott und J. Henseler (Hg.): Handbuch PLS-Pfadmodellierung. Methode, Anwendung, Praxisbeispiele. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag. ISBN: 9783791023601.
- Schmitt, M. (2014): Einfluss des Supply-Chain Management auf die Wettbewerbsfähigkeit der Wertschöpfungskette Apfel. Analyse des Apfelanbaus in Südtirol und dem Rheinland. Berlin.
- Schuh, G.; Klappert, S. (2011): Technologiemanagement. Handbuch Produktion und Management 2 (VDI-Buch). DOI:10.1007/978-3-642-12530-0.
- Schuh, G. (2012): Innovationsmanagement. Handbuch Produktion und Management 3. 2. Aufl. 2012 (VDI-Buch). DOI: 10.1007/978-3-642-25050-7.
- Schulze, H.; Spiller, A. (2010): Farmers' Acceptance of the Organic Certification System in Germany. A Partial Least Squares Model. In: Journal of International Food & Agribusiness Marketing 22 (1-2), S. 7–36. DOI: 10.1080/08974430903372724.
- Schumpeter, J. A.; Opie, R. (1934): The Theory of Economic Development. An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. Cambridge, Mass. (Harvard Economic Studies. vol. 46).
- Schwaiger, M.; Meyer, A. (2011): Theorien und Methoden der Betriebswirtschaft. Handbuch für Wissenschaftler und Studierende. München: Franz Vahlen. DOI: 10.15358/9783800644377.
- Sharifzadeh, M. S.; Damalas, C. A.; Abdollahzadeh, G.; Ahmadi-Gorgi, H. (2017): Predicting adoption of biological control among Iranian rice farmers: An application of the extended technology acceptance model (TAM2). In: Crop Protection 96, S. 88–96. DOI: 10.1016/j.cropro.2017.01.014.

- Silva, A. G.; Canavari, M.; Sidali, K. L. (2017): A Technology Acceptance Model of common bean growers' intention to adopt Integrated Production in the Brazilian Central Region. In: *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* 68 (3), S. 131–143. DOI: 10.1515/boku-2017-0012.
- Spektrum (2014): Innovationsnetz. Hg. v. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Heidelberg (Lexikon. Geographie).  
<https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/innovationsnetz/379>. Letzter Zugriff 12.03.2019.
- Spethmann, W.; Wilstermann, M. (2003): Wuchsdepressionen von Gehölzarten im Baumschulbereich. Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL). Universität Hannover, Abt. Baumschule.
- Statista (2017): Umfrage zur Ausgabebereitschaft für Produkte aus der Region in Deutschland 2017.
- Statista (2018): Anteil der Ausgaben der privaten Haushalte in Deutschland für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren an den Konsumausgaben in den Jahren in den Jahren 1850 bis 2016.  
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/75719/umfrage/ausgaben-fuer-nahrungsmittel-in-deutschland-seit-1900/>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Stolper, O. (2015): Bestimmungsgründe von Veränderungen in der Wertschöpfungskette für Obst und Gemüse. Berlin, Humboldt Universität zu Berlin. Lebenswissenschaftliche Fakultät, Berlin.
- Szabo (2001): Bodenmüdigkeit bei Kernobst - Was ist zu beachten?  
<http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/7eb510bcd7881092c1256f5700328ff4?OpenDocument>
- Tidd, Joseph; Bessant, John R. (2009): Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change. 4. ed. Chichester: Wiley.
- Tey, Y. S.; Brindal, M. (2012): Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies. A review for policy implications. In: *Precision Agric* 13 (6), S. 713–730. DOI: 10.1007/s11119-012-9273-6.
- Theuvsen, L.; Sonntag, W.; Kersting, V. (2016): Qualitätsstandards als Einflussgrößen auf den internationalen Handel mit Frischobst. In: Dirksmeyer et al. (2016): Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie.
- Thomas, A. (2007): Landwirtschaftliche Beratung in der Bundesrepublik Deutschland – eine Übersicht. In: *B&B Agrar* 2 / 2007.
- Tidd, J.; Bessant, J. R. (2009): Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change. 4. ed. Chichester: Wiley.
- Tiemann, K.-H. (2012): Der Erwerbsobstbau an der Niederelbe mit dem Zentrum Altes Land. Voraussetzungen durch Standortfaktoren, Organisationsstrukturen und anbautechnische Entwicklungen. Jork: Obstbauversuchsring des alten Landes.
- Tippelt, R.; Schmidt, B. (2010): Handbuch Bildungsforschung. 3., durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss. DOI: 10.1007/978-3-531-92015-3.

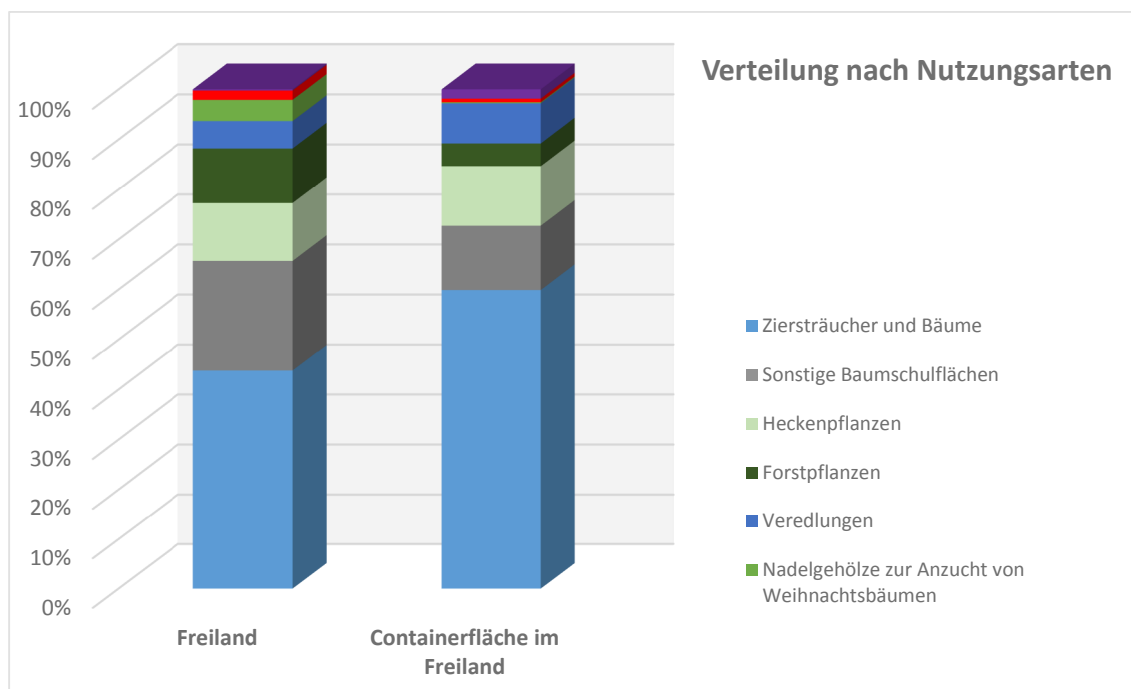
- Trommsdorff, V.; Steinhoff, F. (2013): Innovationsmarketing. 2., vollst. überarb. Aufl. München: Vahlen. DOI: 10.15358/9783800643790
- Trozso, K. E.; Munsell, J. F.; Chamberlain, J. L. (2014): Landowner interest in multifunctional agroforestry Riparian buffers. In: *Agroforest Syst* 88 (4), S. 619–629. DOI: 10.1007/s10457-014-9678-5.
- Tschusov, I.; Keßling, C.; Kampmann, R.; Poerschke, Y. (2010): Obstbauexkursion Niederelbe.
- Turaeva, R.; Hornidge, A.-K. (2014): From knowledge ecology to innovation systems. Agricultural innovations and their diffusion in Uzbekistan. In: *Innovation: Management, Policy & Practice* 15 (2), S. 183–193. DOI: 10.5172/impp.2013.15.2.183.
- TZEW (2017): Transferzentrum Elbe-Weser. <http://www.tzew.de>.
- Venkatesh, V.; Davis, F. D. (2000): A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model. Four Longitudinal Field Studies. In: *Management Science* 46 (2), S. 186–204. DOI: 10.1287/mnsc.46.2.186.11926.
- Venkatesh, V. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* Vol. 27 No. 3, S. 425–478/September.
- Voss, J.; Spiller, A.; Enneking, U. (2009): Zur Akzeptanz von gentechnisch verändertem Saatgut in der deutschen Landwirtschaft. The acceptance of genetically modified seeds in German agriculture. In: *Agrarwirtschaft: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Marktforschung und Agrarpolitik* 58 (3), S. 155–167.
- Weber, R. W. S.; Görgens, M. (2009): Klimawandel und Obstbau in Deutschland - Klio. BMBF-Verbundprojekt. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Hannover, Jork. <https://edocs.tib.eu/files/e01fb10/634990128.pdf>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- Weiber, R.; Mühlhaus, D. (2014): Strukturgleichungsmodellierung. Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS. 2., erw. und korr. Aufl. Berlin: Springer Gabler (Springer-Lehrbuch). DOI: 10.1007/978-3-642-35012-2.
- Wejnert, B. (2002): Integrating Models of Diffusion of Innovations. A Conceptual Framework. In: *Annu. Rev. Sociol.* 28 (1), S. 297–326. DOI: 10.1146/annurev.soc.28.110601.141051.
- Weyer, J. (2011): Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. 2., überarb. und aktualisierte Aufl. München: Oldenbourg (Lehr- und Handbücher der Soziologie).
- Witt, P. (2004): Entrepreneurs' networks and the success of start-ups. In: *Entrepreneurship & Regional Development* 16 (5), S. 391–412. DOI: 10.1080/0898562042000188423.
- World Bank (2007): Enhancing agricultural innovation. How to go beyond the strengthening of research systems. Washington, D.C: World Bank (Agriculture and rural development). <http://elibrary.worldbank.org/content/book/9780821367414>. Letzter Zugriff am 17.03.2019.

- Zander, K. (2011): Ausländisches Angebot an ökologischen Äpfeln: Bedeutung für deutsche Öko-Apfelerzeuger. Abschlussbericht. Universität Kassel. Hannover, Witzenhausen. [https://edocs.tib.eu/files/e01fb12/7276731\\_14.pdf](https://edocs.tib.eu/files/e01fb12/7276731_14.pdf). Letzter Zugriff am 17.03.2019.
- ZBG (2004-2017): Kennzahlen für den Betriebsvergleich im Gartenbau. Heftnummer 46-60. Hannover: Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau.
- ZBG (2014a): Branchenbericht Obstbau. Branchenbericht Obstbau Obstbaumerhebung 2012. Hg. v. Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V., Hannover.
- ZBG (2014b): Branchenbericht Baumschulen. Baumschulerhebung 2012: Betriebe und Anbauflächen. Hg. v. Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V., Hannover.

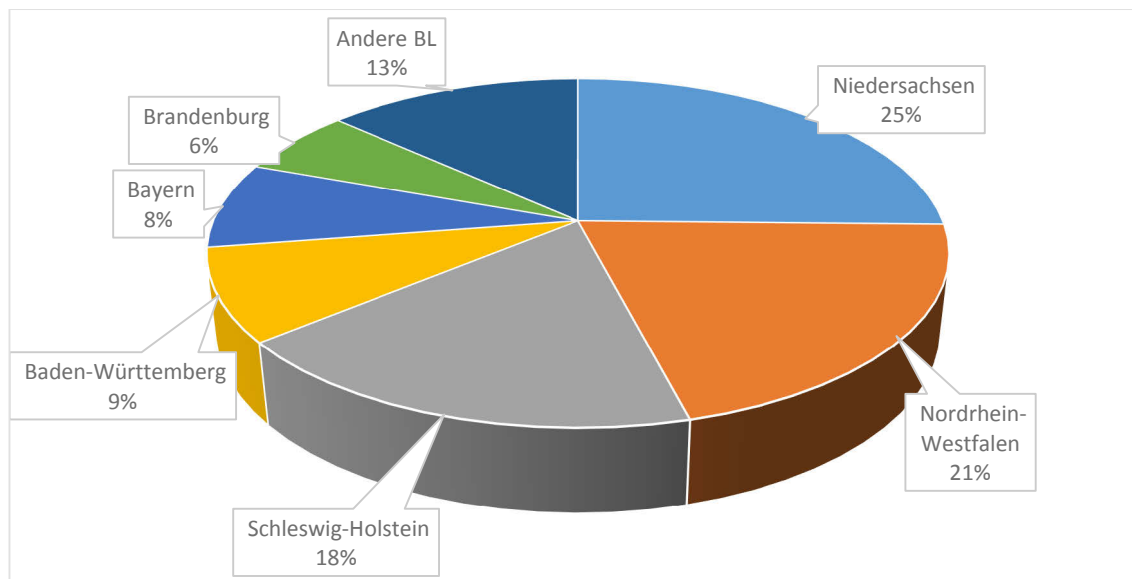
## Anhang A



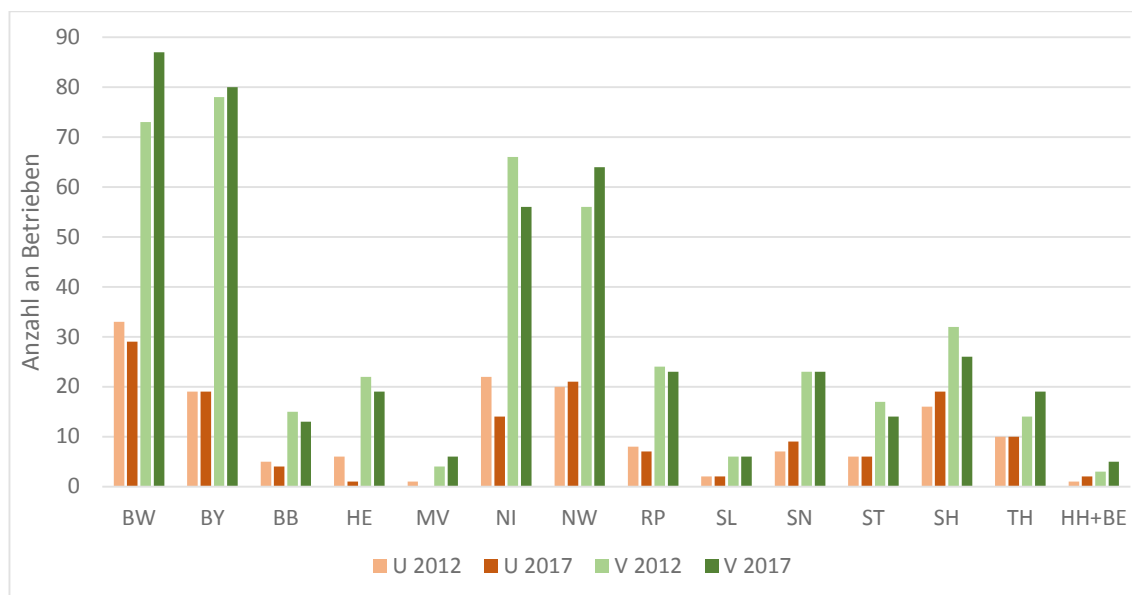
**Abb. A.1:** Anteil der Baumschulbetriebe an der Baumschulfläche nach Betriebsgrößenklassen in den Jahren 2004 und 2017 (Datengrundlage: Destatis)



**Abb. A.2:** Verteilung der Baumschulflächen nach Nutzungsarten im Freiland und der Containerfläche im Freiland (Datengrundlage: Destatis)

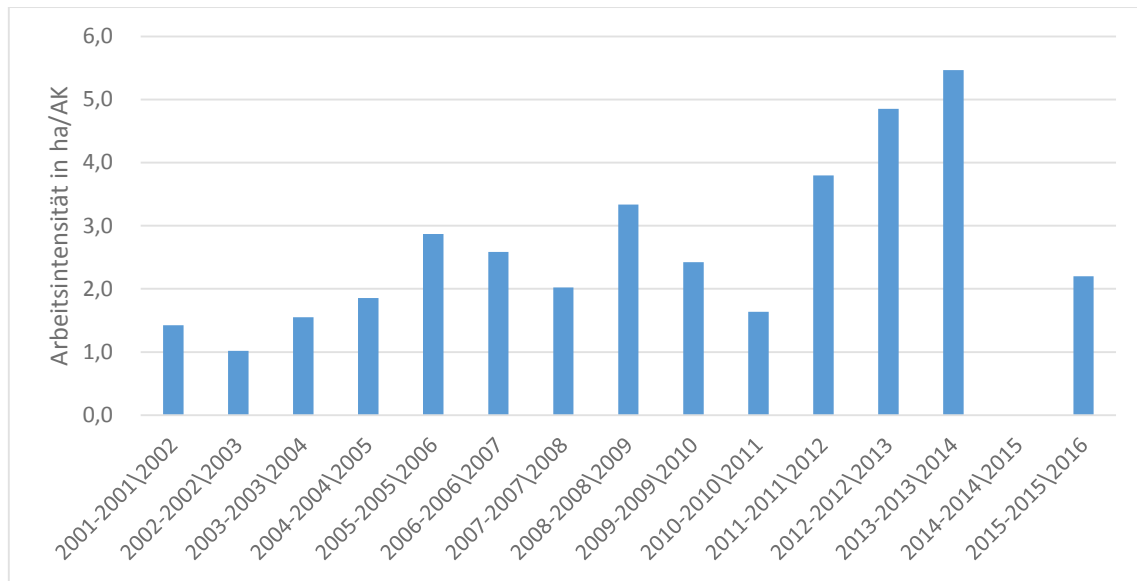


**Abb. A.3:** Verteilung der Baumschulflächen auf die Bundesländer 2017 (Datengrundlage: Destatis)

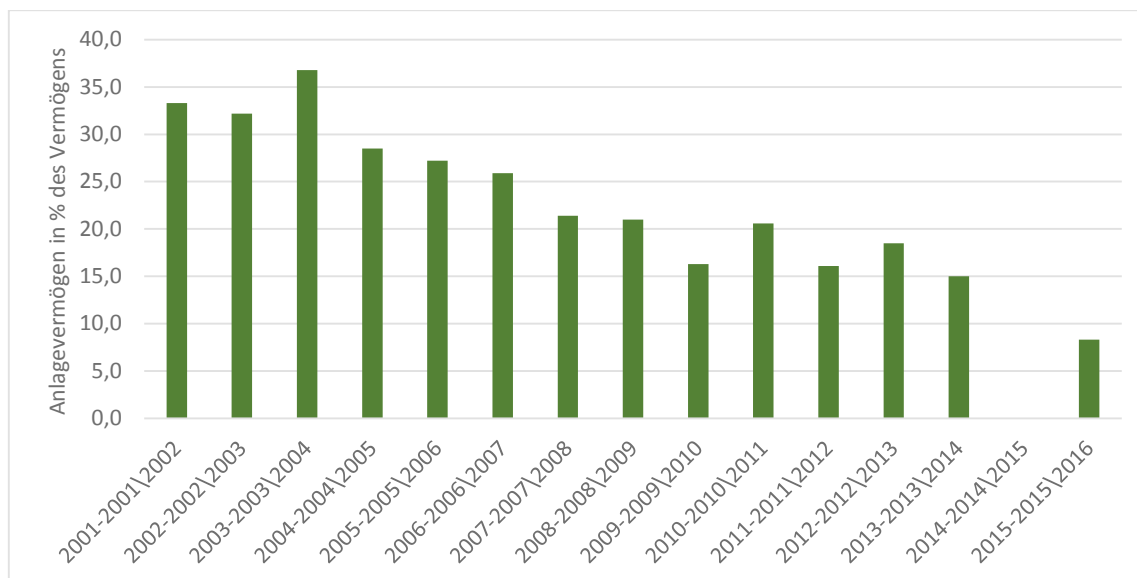


**Abb. A.4:** Veränderung der Betriebszahlen der Produktion von Obstunterlagen (U) und veredelten Obstgehölzen (V) seit 2012 (Datengrundlage: Destatis)

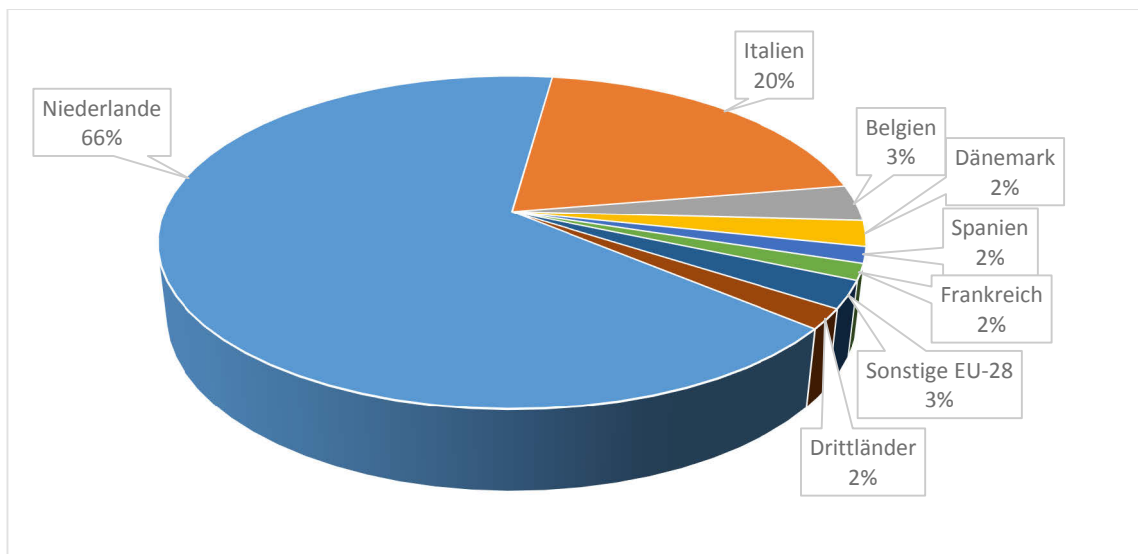




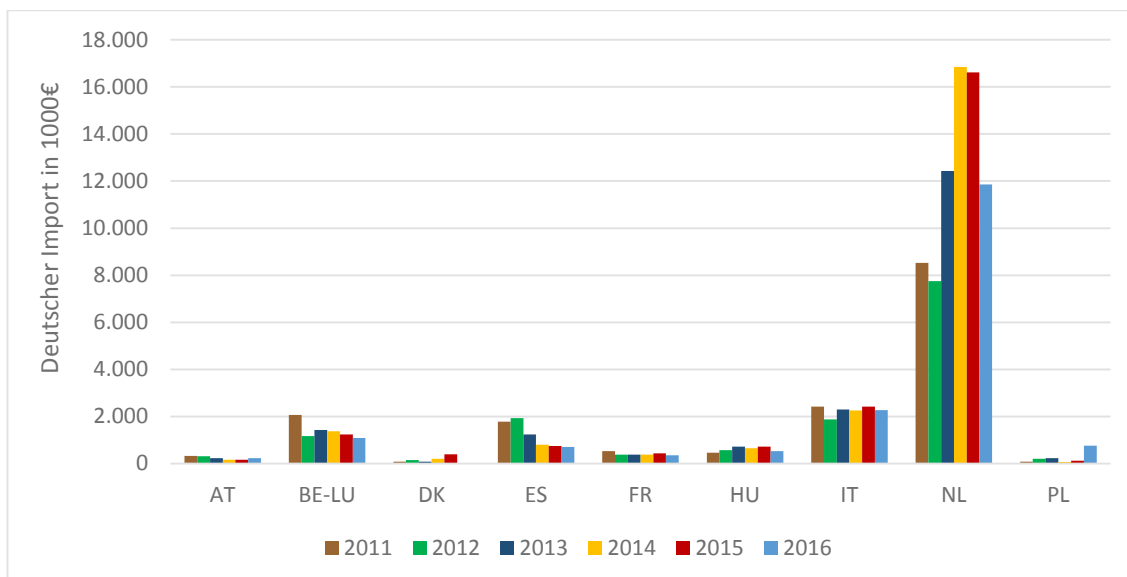
**Abb. A.5:** Arbeitsintensität der Betriebe des ersten Drittels mit direktem Absatz > 25 % (Datengrundlage: ZBG)



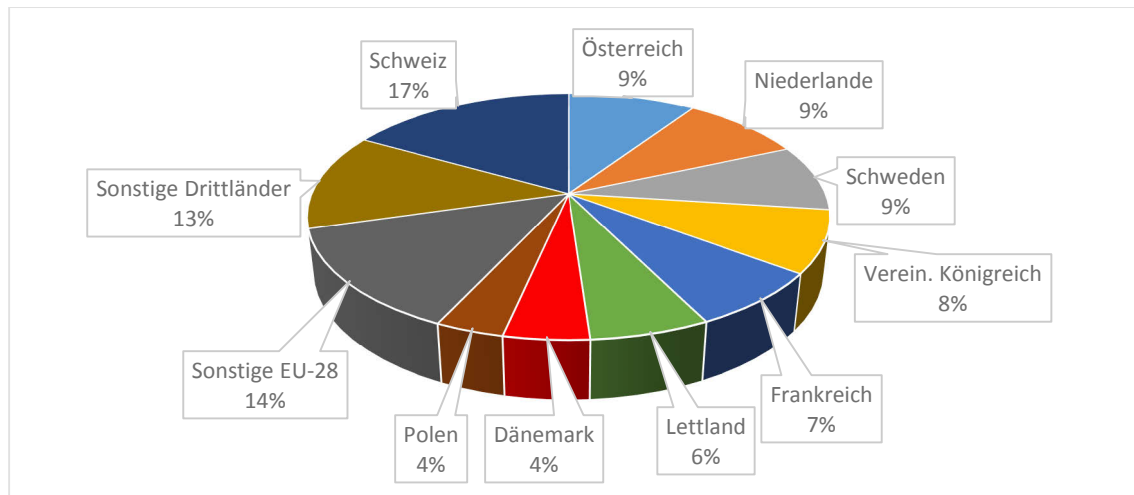
**Abb. A.6:** Entwicklung des Anlagevermögens (ohne Boden) der Betriebe des dritten Drittels mit direktem Absatz > 25 % (Datengrundlage: ZBG)



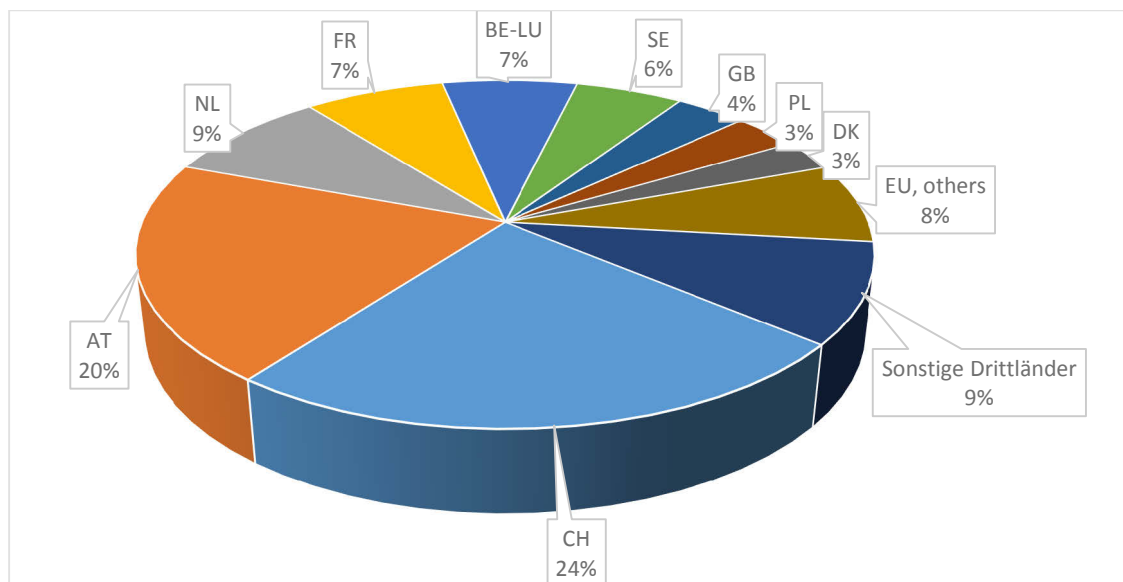
**Abb. A.7:** Verteilung der Einfuhrmengen von Baumschulerzeugnissen aus EU-Staaten und Drittländern im Jahr 2015 (Datengrundlage: Destatis, BMEL)



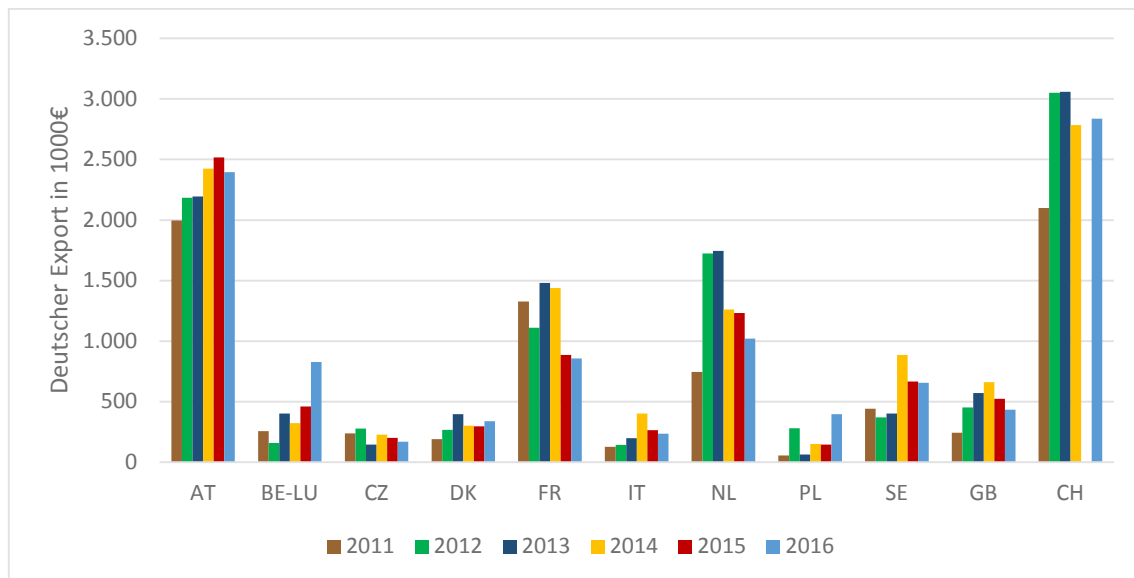
**Abb. A.8:** Einfuhr von Obstbäumen und Stauden aus EU-Staaten nach Deutschland zwischen 2011-2016 (Datengrundlage: AIPH)



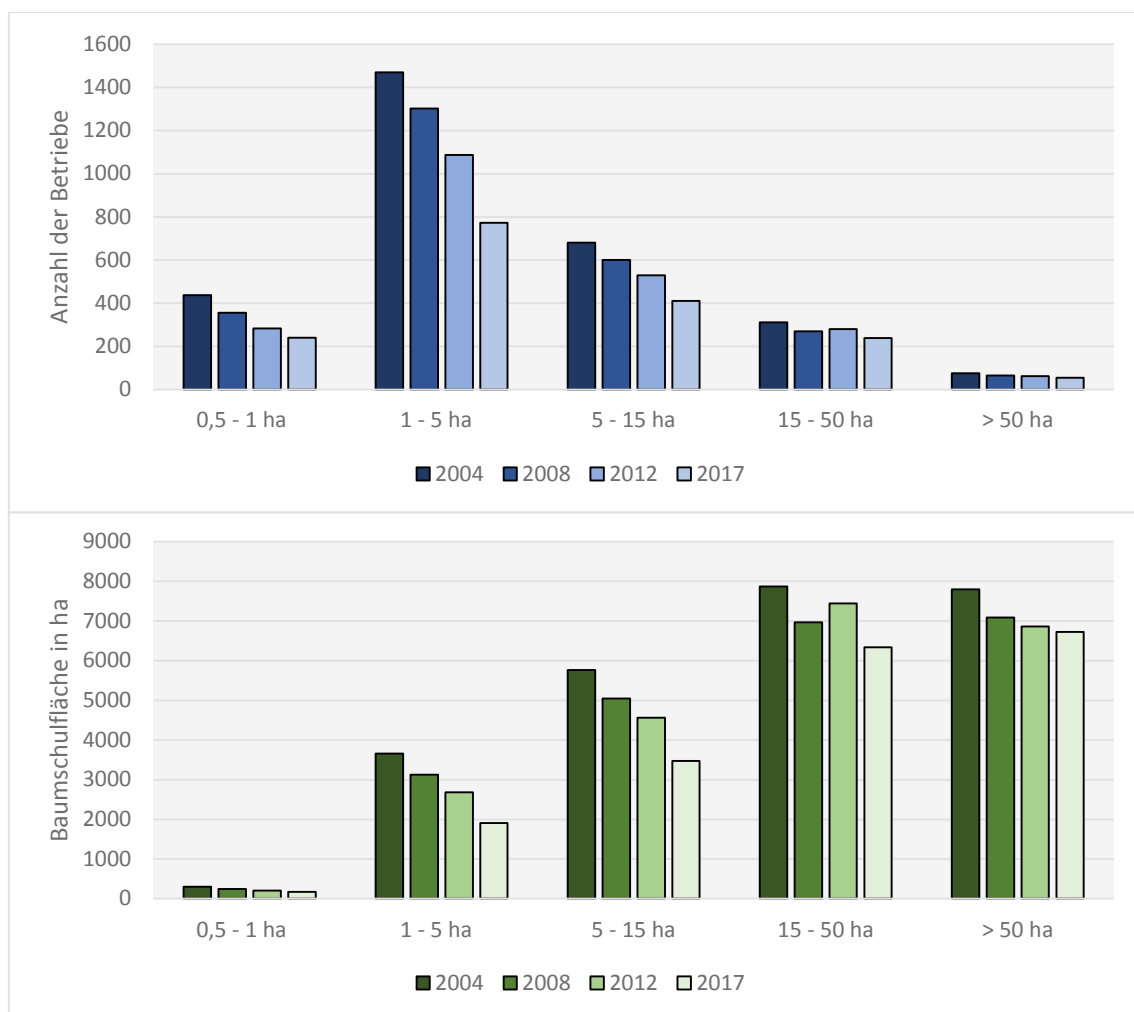
**Abb. A.9:** Verteilung der Ausfuhrmengen dt. Baumschulprodukte auf die EU-Staaten sowie Drittländern (Datengrundlage: Destatis, BMEL)



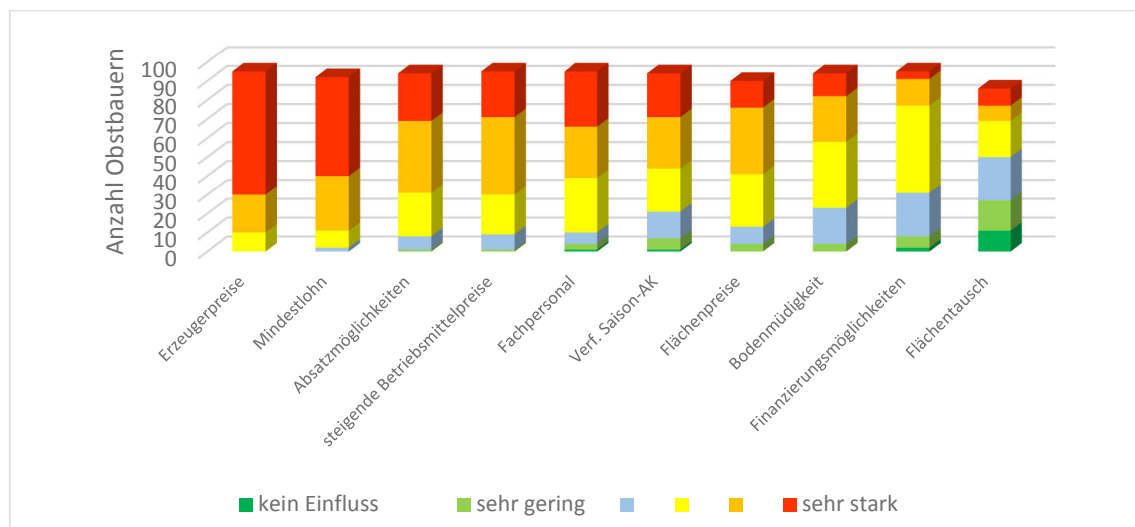
**Abb. A.10:** Verteilung des Ausfuhrwertes von Obstbäumen und Stauden aus Deutschland auf die EU-Staaten sowie Drittländern (Datengrundlage: AIPH)



**Abb. A.11:** Ausfuhr von Obstbäumen und Stauden aus Deutschland in die EU-Staaten zwischen 2011-2016 (Datengrundlage: AIPH)



**Abb. A.12:** Entwicklung der Betriebszahlen und Baumschulflächen zwischen 2004-2017 (Datengrundlage: Destatis)



**Abb. A.13:** Stärke des Einflusses einzelner Faktoren auf die Apfelproduktion im Alten Land

## Anhang B

### Fragebogen zu Einstellungen und Nutzungsabsichten des Einsatzes von Mikroorganismen gegen die Bodenmüdigkeit im Apfelanbau

Die Ursache für Bodenmüdigkeit (Nachbaukrankheit) in Apfelplantagen ist noch nicht eindeutig geklärt. Die Wissenschaft geht von einem Komplex krankheitserregender Bakterien und Pilze aus. Als zukunftssträchtige Maßnahme zur Überwindung der Bodenmüdigkeit gilt u.a. der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln (oder Gegenspielern) ebenfalls in Form von Mikroorganismen (z.B. als Streu oder Flüssigpräparat) zur Stärkung der bodeneigenen Abwehrkräfte. In verschiedenen Versuchen konnten damit bereits Wachstumssteigerungen auf Nachbauböden im Vergleich zu unbehandelten Kontrollpflanzen erreicht werden (Line, 2005). Doch konnten diese in Wiederholung auf anderen Standorten nicht immer bestätigt werden. So wird davon ausgegangen, dass die Behandlung boden- bzw. standortspezifisch erfolgen muss.

Im folgenden Fragebogen sollen die Einstellungen und Nutzungsabsichten von Obstbauern bzgl. des Einsatzes von Mikroorganismen im Bodenmanagement zur Reduzierung der negativen Effekte von Bodenmüdigkeit ermittelt werden.

Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen so wahrheitsgetreu und genau wie möglich. Lassen Sie bitte keine Frage aus. Die Befragung ist anonym. Personelle oder betriebsbezogene Daten sind nicht erforderlich. Die Antworten werden allein zu wissenschaftlichen Zwecken behandelt.

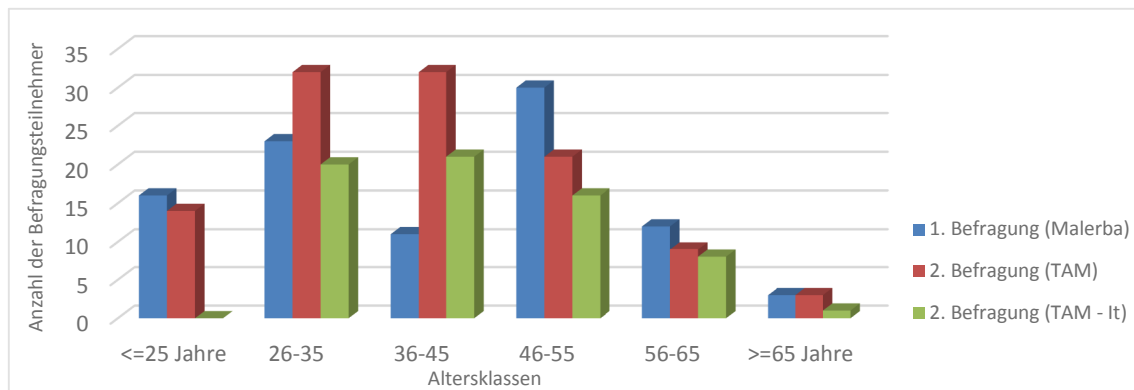
1. Wie bewerten Sie den Einfluss der Bodenmüdigkeit auf den Apfelanbau in Ihrem Betrieb?					
1	positiv	2	eher positiv	3	neutral
4	eher negativ	5	negativ		
2. Was planen Sie in den nächsten 20 Jahren?					
A	Erweiterung der Apfelproduktion	D	Reduktion der Betriebsfläche	G	Intensivierung
B	Reduktion der Apfelproduktion der	E	Hofabgabe	H	Extensivierung
C	Betriebsflächenenerweiterung im Allgemeinen	F	Hofaufgabe	I	Keine Änderung geplant
3. Schätzen Sie wieviel % ihrer Flächen sich zum 1., 2., 3. und mehr als 3. Mal im Nachbau von Apfel befinden!					
1. Nachbau: ____ %    2. Nachbau: ____ %    3. Nachbau: ____ %    häufiger als 3. Nachbau: ____ %					
4. Welche Erfahrungen haben Sie mit dem Einsatz von Mikroorganismen im Obstbau?					
A	viel Erfahrung (Einsatz im eigenen Betrieb)	D	informiert über Fachliteratur/ Beratung/ Sonstiges		
B	wenig Erfahrung (Einsatz im eigenen Betrieb)	E	keine Kenntnis		
C	Beobachtung bei und Diskussion mit Berufskollegen				

#### Geben Sie nun ihre persönliche Einschätzung zu folgenden Aussagen:

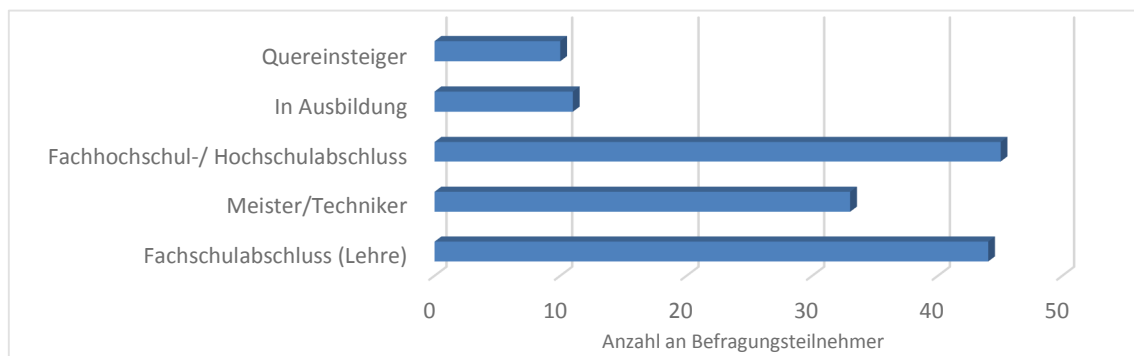
	stimme zu	stimme eher zu	teils/ teils	lehne eher ab	lehne ab
5. Ich glaube, dass der Einsatz von Mikroorganismen (MO) auf bodenmüden Flächen ...					
... die Produktivität meiner Apfelplantagen steigern kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... keine hohen Investitionskosten erfordern würde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... meinen Gewinn steigern kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Der Einsatz von Mikroorganismen (MO) würde i.V. zu anderen Maßnahmen gegen ARD...					
... Zeit sparen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... den Kostenaufwand senken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... die Effektivität des Arbeitskräfteeinsatzes erhöhen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... effizienter (Kosten-Nutzen-Verhältnis) sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Den Einsatz von Mikroorganismen gegen Bodenmüdigkeit halte ich für...					
... interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... nützlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... ein unsicheres Verfahren bezüglich der Wirksamkeit und noch nicht ausgereift.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Der Einsatz von Mikroorganismen im Vergleich zu anderen Maßnahmen gegen Bodenmüdigkeit würde die Umwelt weniger beeinträchtigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Die neuen Abstandsregelungen im Pflanzenschutz halte ich für einen wichtigen Schritt, die Umwelt weniger zu belasten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ich bin stets bemüht, Verfahren zur Förderung der Biodiversität im Betrieb einzusetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Der Einsatz von Mikroorganismen im Nachbau...					
... würde sich technisch leicht umsetzen lassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... erfordert nur wenige Arbeitsschritte bei der Anwendung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... wird im Vergleich zu anderen Verfahren leicht verständlich sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Die Arbeitsschritte (MO-Einsatz) werden gut nachvollziehbar und leicht verständlich sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Es würde leicht sein MO in den Plantagen einzusetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Den korrekten Umgang mit MO im Einsatz geg. Bodenmüdigkeit werde ich leicht erlernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Ich habe den Einsatz von MO bereits bei Berufskollegen beobachten können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Ich habe keine Vorbehalte, anderen Obstbauern meine Erfahrungen bzgl. der Einführung neuer Verfahren/ Technologien mitzuteilen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Es ist leicht für mich, die Einführung neuer Verfahren/ Technologien bei Berufskollegen zu beobachten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Ich könnte mir vorstellen, den Einsatz von Mikroorganismen...					
... versuchsweise zu testen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... über einen längeren Zeitraum zu testen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Mikroorganismen versuchsweise (auch über längeren Zeitraum) zu testen, erfordert kein besonderes Risiko und Aufwendungen für meinen Betrieb.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Die natürlichen Bedingungen (Bodenverhältnisse, Klima) meines Standortes lassen beim Einsatz von MO stabile Ergebnisse erwarten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Der Einsatz von Mikroorganismen...					
... ließe sich gut in meine betrieblichen Verfahrensabläufe integrieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... passt zu meiner Arbeitsweise und meiner Vorstellung von guter fachlicher Praxis.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Ich bin des Öfteren auf der Suche nach Innovationen für den Apfelanbau.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Im Vergleich zu meinen Berufskollegen bin ich häufig einer der ersten, der neue Verfahren oder Sorten ausprobiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Neue Produktionsverfahren und Technologien interessieren mich sehr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Wenn ich von einem neuen Verfahren überzeugt bin, dann würde ich es auch ohne jegliche Vorkenntnisse oder Erfahrungen von Berufskollegen anwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Ich informiere mich regelmäßig über Fachzeitschriften und wissenschaftliche Journale über Fortschritte im Bereich Obstbau.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Ich besitze im Vergleich zum MO-Einsatz Kenntnisse zu ähnlichen Praktiken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Ich besuche regelmäßig Informationsveranstaltungen, Messen und Tagungen für den Bereich Obstbau ...					
... in der Region.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... überregional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Über die Möglichkeiten des Einsatzes von MO und dessen Wirkweisen fühle ich mich gut informiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Zu neuen Verfahren die in der Fachpresse oder Praxis viel diskutiert werden, finden häufig Schulungen und Workshops durch lokale Beratungsstellen statt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Bei Fragen zu neuen Verfahren, wie dem Einsatz von MO, erhalte ich i.d.R. schnell verlässliche Informationen von öffentlichen oder privaten Beratungsstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Ich weiß, wo ich die nötigen Informationen zum Einsatz von MO beziehen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. Wenn MO zum Einsatz gegen ARD für meinen Standort verfügbar sind, beabsichtige ich diese mit hoher Wahrscheinlichkeit zu nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Die Nutzung von MO schätze ich insgesamt als sinnvoll ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Ich vermute, dass die rechtlichen Rahmenbedingungen (wie die Bio-Abfall- oder Düngemittel-VO) den Einsatz von MO ...					
1 <input type="checkbox"/> befördern      2 <input type="checkbox"/> eher befördern      3 <input type="checkbox"/> weder/ noch      4 <input type="checkbox"/> eher einschränken      5 <input type="checkbox"/> einschränken					
36. Bitte ordnen Sie sich in die gegebenen Altersklassen ein!					
a <input type="checkbox"/> =<25 Jahre      c <input type="checkbox"/> 36-45 Jahre      e <input type="checkbox"/> 56-65 Jahre					
b <input type="checkbox"/> 26-35 Jahre      d <input type="checkbox"/> 46-55 Jahre      f <input type="checkbox"/> >=65 Jahre					
37. Über welche beruflichen Abschlüsse verfügen Sie?					
A <input type="checkbox"/> Fachschulabschluss      G <input type="checkbox"/> In Ausbildung					
B <input type="checkbox"/> Meister/Techniker      H <input type="checkbox"/> keine gartb./landw. Ausbildung (Quereinsteiger)					
C <input type="checkbox"/> Fachhochschul-/ Hochschulabschluss      I <input type="checkbox"/> Sonstiges, und zwar: _____					
38. Wieviel Jahre Berufserfahrung haben Sie im Obstbau/ Landwirtschaft?					
_____ Jahre					

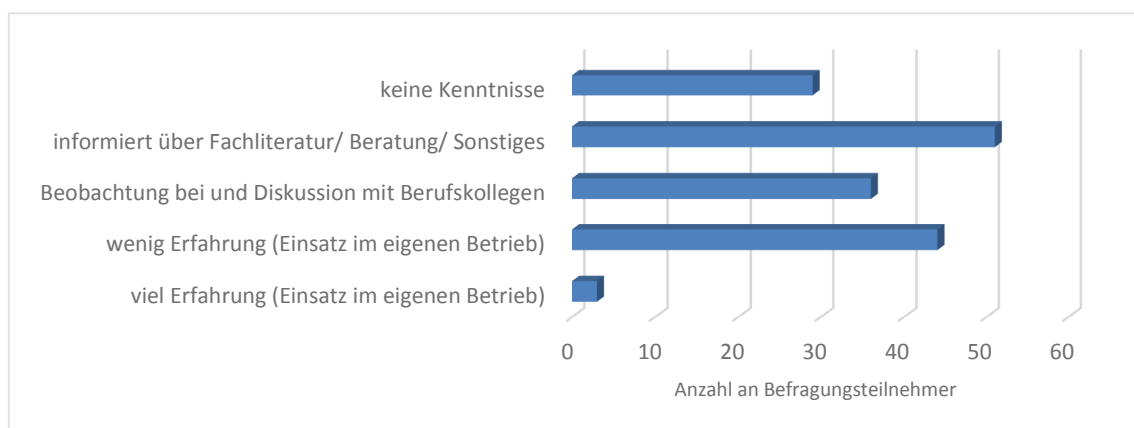
**Vielen Dank für Ihre Teilnahme!**



**Abb. B.1:** Verteilung der Altersklassen in den Stichproben



**Abb. B.2:** Ausbildungsstand der Befragungsteilnehmer



**Abb. B.3:** Erfahrungsstand mit dem Einsatz von Mikroorganismen



### Güteprüfung reflektiver Messmodelle

**Tab. B.1:** Prüfung auf Indikatorreliabilität

<b>Outer Loadings</b>	Informationsangebot	Innovationsneigung	Komplexität
Inf1	0.871		
Inf3	0.750		
Inf4	0.830		
Inn1		0.861	
Inn2		0.767	
Inn3		0.834	
Kom1			0.870
Kom2			0.879
Kom3			0.812

**Tab. B.2:** Prüfung auf Konstruktreliabilität und Konvergenzvalidität

	<b>Cronbach's Alpha</b>	<b>rho_A</b>	<b>Composite Reliability (ICR)</b>	<b>Average Variance Extracted (AVE, DEV)</b>
<b>Informationsangebot</b>	0.761	0.820	0.858	0.670
<b>Innovationsneigung</b>	0.765	0.794	0.862	0.675
<b>Komplexität</b>	0.815	0.821	0.890	0.730

**Tab. B.3:** Prüfung auf Diskriminanzvalidität (Kreuzladungen)

	<b>Beob.</b>	<b>rel. V.</b>	<b>IU</b>	<b>Inf.A.</b>	<b>Inn.N.</b>	<b>Kn.H.</b>	<b>Kompa.</b>	<b>Kompl.</b>	<b>PEOU</b>	<b>PU</b>	<b>Test.</b>
Kom1	0.371	0.386	0.478	0.418	0.209	0.314	0.540	0.870	0.709	0.567	0.347
Kom2	0.537	0.270	0.515	0.407	0.318	0.365	0.581	0.879	0.753	0.495	0.458
Kom3	0.370	0.428	0.468	0.327	0.217	0.160	0.583	0.812	0.518	0.574	0.382
Inf1	0.511	0.202	0.422	0.871	0.361	0.480	0.439	0.374	0.301	0.372	0.369
Inf3	0.249	0.208	0.252	0.750	0.079	0.316	0.305	0.335	0.299	0.281	0.158
Inf4	0.386	0.170	0.287	0.830	0.147	0.423	0.347	0.407	0.367	0.339	0.227
Inn1	0.301	0.167	0.382	0.236	0.861	0.491	0.441	0.264	0.256	0.253	0.580
Inn2	0.276	0.108	0.235	0.265	0.767	0.398	0.367	0.210	0.224	0.166	0.382
Inn3	0.243	0.047	0.360	0.184	0.834	0.430	0.324	0.240	0.213	0.222	0.462

**Tab. B.4:** Prüfung auf Diskriminanzvalidität (Fornell-Larcker-Kriterium)

	<b>Informationsangebot</b>	<b>Innovationsneigung</b>	<b>Komplexität</b>
Informationsangebot	0.818		
Innovationsneigung	0.270	0.822	
Komplexität	0.452	0.292	0.854

## Güteprüfung formativer Messmodelle

Tab. B.5: Prüfung auf Multikollinearität

	Beo1	Beo2	Beo3	Ek1	Ek2	Ek3	Ez1	Ez2	Ez3	Ez4
VIF	1.106	1.190	1.300	1.692	1.855	1.708	1.502	1.845	2.056	2.177
	IU	Kh1	Kh2	Kh3	Kh4	Ko1	Ko2	Ko3	PEU1	PEU2
VIF	1.000	1.491	1.052	1.516	1.273	1.808	2.119	1.884	2.229	2.103
	PEU3	PU1	PU2	PU3	PU4	Te1	Te2	Te3		
VIF	1.535	1.414	1.905	1.159	1.609	3.588	4.271	2.007		

Tab. B.6: Prüfung auf Indikatorvalidität (äußere Gewichte)

	äußere Gewichte	t-Werte	P-Werte
Beo1 -> Beobachtbarkeit	0.566	3.304	0.001
Beo2 -> Beobachtbarkeit	0.664	3.478	0.001
Beo3 -> Beobachtbarkeit	0.154	0.686	0.493
Ek1 -> relativer V.	0.476	2.654	0.008
Ek2 -> relativer V.	0.137	0.703	0.482
Ek3 -> relativer V.	0.077	0.398	0.691
Ez1 -> relativer V.	0.418	2.364	0.018
Ez2 -> relativer V.	0.137	0.628	0.530
Ez3 -> relativer V.	-0.232	1.132	0.258
Ez4 -> relativer V.	0.286	1.243	0.215
Kh1 -> Know-How	0.680	3.470	0.001
Kh2 -> Know-How	0.631	4.037	0.000
Kh3 -> Know-How	-0.004	0.015	0.988
Kh4 -> Know-How	-0.062	0.285	0.776
Ko1 -> Kompatibilität	0.235	2.149	0.032
Ko2 -> Kompatibilität	0.198	1.500	0.134
Ko3 -> Kompatibilität	0.693	5.911	0.000
PEU1 -> PEOU	0.481	3.086	0.002
PEU2 -> PEOU	0.156	0.969	0.333
PEU3 -> PEOU	0.521	4.188	0.000
PU1 -> PU	0.051	0.566	0.572
PU2 -> PU	0.208	2.122	0.034
PU3 -> PU	0.060	0.792	0.429
PU4 -> PU	0.851	12.005	0.000
Te1 -> Testbarkeit	0.216	0.877	0.381
Te2 -> Testbarkeit	0.791	3.446	0.001
Te3 -> Testbarkeit	0.027	0.185	0.853

**Tab. B.7:** Prüfung auf Indikatorvalidität (äußere Ladungen)

	äußere Ladungen	t-Werte	P-Werte
Beo1 -> Beobachtbarkeit	0.684	4.739	0.000
Beo2 -> Beobachtbarkeit	0.785	5.230	0.000
Beo3 -> Beobachtbarkeit	0.593	3.390	0.001
Ek1 -> relativer V.	0.822	7.786	0.000
Ek2 -> relativer V.	0.689	5.378	0.000
Ek3 -> relativer V.	0.572	4.381	0.000
Ez1 -> relativer V.	0.695	5.357	0.000
Ez2 -> relativer V.	0.449	3.122	0.002
Ez3 -> relativer V.	0.424	2.762	0.006
Ez4 -> relativer V.	0.754	6.992	0.000
Kh1 -> Know-How	0.787	6.375	0.000
Kh2 -> Know-How	0.765	6.084	0.000
Kh3 -> Know-How	<b>0.387</b>	<b>1.962</b>	<b>0.050</b>
Kh4 -> Know-How	<b>0.277</b>	<b>1.433</b>	<b>0.152</b>
Ko1 -> Kompatibilität	0.758	10.098	0.000
Ko2 -> Kompatibilität	0.800	11.481	0.000
Ko3 -> Kompatibilität	0.957	31.227	0.000
PEU1 -> PEOU	0.884	15.572	0.000
PEU2 -> PEOU	0.770	9.897	0.000
PEU3 -> PEOU	0.873	15.648	0.000
PU1 -> PU	0.527	4.698	0.000
PU2 -> PU	0.716	8.180	0.000
PU3 -> PU	<b>-0.218</b>	<b>1.951</b>	<b>0.052</b>
PU4 -> PU	0.984	67.318	0.000
Te1 -> Testbarkeit	0.904	12.084	0.000
Te2 -> Testbarkeit	0.993	48.678	0.000
Te3 -> Testbarkeit	0.722	7.406	0.000

**Tab. B.8:** Prüfung auf Diskriminanzvalidität

	Beob.	Info.	Inn.	Kn.H.	Kompa.	Kompl.	IU	PEOU	PU	Rel. V.	Test.
Beob.	-										
Info.	0.490	-									
Inn.	0.330	0.270	-								
Kn.H.	0.382	0.508	0.539	-							
Kompa.	0.443	0.455	0.458	0.390	-						
Kompl.	0.501	0.452	0.292	0.334	0.663	-					
IU	0.449	0.408	0.408	0.459	0.709	0.570	-				
PEOU	0.397	0.387	0.280	0.364	0.630	0.779	0.513	-			
PU	0.386	0.409	0.266	0.334	0.717	0.635	0.749	0.517	-		
Rel. V.	0.297	0.235	0.131	0.194	0.498	0.419	0.454	0.422	0.584	-	
Test.	0.468	0.328	0.590	0.454	0.707	0.463	0.669	0.369	0.576	0.295	-

**Erklärung**

Hiermit erkläre ich, die Dissertation selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfen und Hilfsmittel angefertigt zu haben. Ich habe mich anderwärts nicht um einen Doktorgrad beworben und besitze keinen entsprechenden Doktorgrad. Ich erkläre, dass ich die Dissertation oder Teile davon nicht bereits bei einer anderen wissenschaftlichen Einrichtung eingereicht habe und dass sie dort weder angenommen noch abgelehnt wurde. Ich erkläre die Kenntnisnahme der dem Verfahren zugrunde liegenden Promotionsordnung der Lebenswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin vom 5. März 2015. Weiterhin erkläre ich, dass keine Zusammenarbeit mit gewerblichen Promotionsbearbeiterinnen/Promotionsberatern stattgefunden hat und dass die Grundsätze der Humboldt-Universität zu Berlin zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis eingehalten wurden.